



UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS E INFORMÁTICA

TESIS

CALIDAD DE SOFTWARE Y SU INFLUENCIA EN EL DISEÑO
DE MEZCLAS DE CONCRETO DE LA APLICACIÓN MÓVIL
IMPLEMENTADA EN EL LABORATORIO DE CONCRETO DE
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
DE JULIACA, 2017

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO DE SISTEMAS

AUTOR:

VALENCIA FRANCO, JHAN CARLOS

PUNO – PERÚ

2018

ASESOR DE TESIS

.....
DR. BERNARDO SANTIAGO, MADELAINE

JURADO EXAMINADOR

DR. VASQUEZ ROMERO, ISSAAK RAFAEL

Presidente

DR. NELSON MARCOS RICHARDSON PORLLES

Secretario

ING. OVALLE PAULINO, DENIS CHRISTIAN

Vocal

DEDICATORIA

A Dios y San Judas Tadeo que supieron guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la humildad, la tolerancia y la honestidad.

A mis hijas Allisson, Ariadne y Aiza, que son el motor de mi deseo de superación.

A mi pareja Nataly, por ser tan tolerante con mis ausencias y apoyarme incondicionalmente.

A mi madre Magali, por brindarme palabras de aliento y motivarme a cumplir mis sueños.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la posibilidad de ser profesional y brindarme una familia inspiradora.

A San Judas Tadeo por ser la fuente de esperanza en mis momentos más difíciles.

A mi asesor, Ing. Christian Ovalle, por el esfuerzo que implicó los viajes que tuvo que realizar, para brindarme asesoramiento y apoyo en la conclusión de mi tesis.

RESUMEN

Los beneficios que nos brindan las tecnologías actuales son muy amplios y es lógico que se empiecen a utilizar en la construcción, sobretodo en una parte muy importante, pero a la vez complicada y que necesita mucha precisión: el diseño de mezclas de concreto.

Es por esta razón que el propósito de esta investigación es determinar la influencia de la Calidad de Software en el Diseño de Mezclas de Concreto de la Aplicación Móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

El tipo de investigación es explicativo, pues se trata de demostrar la relación que existe entre la variable independiente y la variable dependiente. El método de investigación es cuantitativo, debido a que se utiliza la recolección de datos para contrastar la hipótesis y determinar si la variable independiente influye en la variable dependiente.

El diseño de la investigación, es no experimental - transversal, puesto que no se manipulará las variables, estas serán medidas en su estado natural y en un solo corte en el tiempo.

La población se encuentra conformada por el total de estudiantes del curso de Tecnología del Concreto del semestre 2017-II, de la misma forma que por los laboratoristas y encargados de informática y TIC del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

En cuanto a la muestra, consta de 30 estudiantes del curso de Tecnología del Concreto del semestre 2017-II, así como de laboratoristas y encargados de informática y TIC del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de

Juliaca, que fueron seleccionados mediante el método de muestreo aleatorio complejo - estratificado.

En la investigación se usa la encuesta como técnica y el cuestionario como instrumento para recolectar los datos, y se procesa la información obtenida, mediante la escala psicométrica de Likert, en el programa estadístico SPSS.

La hipótesis general se contrastó mediante el Análisis Factorial que consiste en utilizar todos los datos para su influencia pertinente mediante la rotación matricial y por el cuadro de esfericidad de Barlett y KMO que contiene a la chi-cuadrada calculada, y se determinó la influencia de la Calidad de Software en el Diseño de Mezclas de Concreto de la Aplicación Móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

Palabras Clave: Software, Móvil, Calidad, Diseño, Mezclas, Concreto.

ABSTRACT

The benefits offered by current technologies are very broad and it is logical that they begin to be used in construction, especially in a very important part, but at the same time, the complicated and that needs a lot of precision: the design of concrete mixtures.

This reason for the purpose of this research is to determine the influence of the Software Quality in the Design of Concrete Mixtures of the Mobile Application Implemented in the Concrete Laboratory of the Professional School of Civil Engineering of the Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca

The type of investigation is explanatory, since it is about demonstrating the relationship that exists between the independent variable and the dependent variable. The research method is quantitative, because data collection is used to test the hypothesis and determine the independent variable to influence the dependent variable.

The design of the research is not experimental, transversal, since the variables are not manipulated, these measures in their natural state and in a single cut in time.

The population is made up of the total of students of the course of Technology of the Concrete of the Semester 2017-II, in the same way as the laboratories and in charge of IT and ICT of the Concrete Laboratory of the Professional School of Civil Engineering of the Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

As for the sample, it consists of 30 students of the course of Technology of the Concrete of the Semester 2017-II, as well as of laboratories and in charge of the computer science and the TIC of the Concrete Laboratory of the Professional School of Civil Engineering of the Andina Néstor University

Cáceres Velázquez De Juliaca, which were selected by the method of random sampling complex - stratified.

In the research the survey is used as the technique and the questionnaire as the instrument to collect the data, and the statistical process, the Likert psychometric scale, in the statistical program SPSS.

The general hypothesis is contrasted by the Factorial analysis that is used is transmitted is analyzed by matrix rotation and the Barlett and KMO sphericity box that contains a calculated chi-square, and the influence of the Software Application is determined in The Design of Concrete Mixtures of the Mobile Application Implemented in the Concrete Laboratory of the Professional School of Civil Engineering of the Andina Néstor Cáceres Velásquez University of Juliaca.

Keywords: Software, Mobile, Quality, Design, Mixtures, Concrete.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Asesor de Tesis.....	ii
Jurado Examinador	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	viii
Índice de Contenidos.....	x
Índice de Tablas	xii
Índice de Figuras.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. Planteamiento del Problema	17
1.2. Formulación del Problema.....	19
1.2.1. Problema General	19
1.2.2. Problemas Específicos	19
1.3. Justificación del Estudio	20
1.4. Objetivos de la Investigación.....	22
1.4.1. Objetivo General	22
1.4.2. Objetivos Específicos	22
II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	24
2.2. Bases Teóricas de las Variables	24
2.3. Definición de los Términos Básicos.....	113
III. MARCO METODOLÓGICO	124
3.1. Hipótesis de la Investigación.....	124
3.1.1. Hipótesis General.....	124
3.1.2. Hipótesis Específicas.....	124
3.2. Variables de Estudio.....	125
3.2.1. Definición Conceptual.....	125
3.2.1.1. Calidad de Software	125

3.2.1.2. Diseño de Mezclas de Concreto.....	126
3.2.2. Definición Operacional	128
3.3. Tipo y Nivel de Investigación.....	130
3.4. Diseño de la Investigación.....	131
3.5. Población y Muestra de Estudio	132
3.5.1. Población.....	132
3.5.2. Muestra	132
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	132
3.6.1. Técnicas de Recolección de Datos	132
3.6.2. Instrumentos de Recolección de Datos	133
3.6.2.1. Confiabilidad del Instrumento	134
3.6.2.2. Validez del Instrumento	135
3.7. Métodos de Análisis de Datos	135
3.8. Aspectos Éticos.....	135
IV. SOLUCIÓN TECNOLÓGICA	137
V. RESULTADOS.....	156
5.1. Presentación de los Resultados Descriptivos.....	156
5.2. Contrastación de la Hipótesis.....	196
VI. DISCUSIÓN	199
6.1. Análisis de Discusión de Resultados.....	199
VII. CONCLUSIONES	201
7.1. Conclusiones.....	201
VIII. RECOMENDACIONES	203
8.1. Recomendaciones.....	203
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	205
ANEXOS	207
Anexo 1: Matriz de Consistencia	208
Anexo 2: Matriz de Operacionalización.....	212
Anexo 3: Instrumento	214
Anexo 4: Validación de Instrumentos	216
Anexo 5: Matriz de Datos	222

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades de los cementos peruanos	61
Tabla 2. Coeficiente de variación y grados de control.....	65
Tabla 3. Factor de corrección.....	66
Tabla 4. Resistencia a la compresión promedio I.....	67
Tabla 5. Resistencia a la compresión promedio II.....	68
Tabla 6. Valores de 't'.....	69
Tabla 7. Curvas granulométricas.....	70
Tabla 8. Asentamientos.....	73
Tabla 9. Volumen unitario de agua I.....	76
Tabla 10. Volumen unitario de agua II.....	77
Tabla 11. Contenido de aire atrapado	78
Tabla 12. Contenido de aire incorporado y total.....	80
Tabla 13. Relación agua-cemento por resistencia I	83
Tabla 14. Relación agua-cemento por resistencia II	84
Tabla 15. Relación agua-cemento por resistencia III	85
Tabla 16. Relación agua-cemento por resistencia IV	86
Tabla 17. Condiciones especiales de exposición	90
Tabla 18. Concreto expuesto a soluciones de sulfatos	92
Tabla 19. Contenido máximo de ion cloruro.....	95
Tabla 20. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto....	101
Tabla 21. Porcentaje de agregado fino	107
Tabla 22. Primera estimación del peso del concreto fresco	107
Tabla 23. Módulo de fineza de la combinación de agregados	108
Tabla 24. Estadísticos de fiabilidad - Alfa de Cronbach	134
Tabla 25. Validación de expertos	135

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases del ciclo de vida de desarrollo de software (SDLC).....	25
---	----

INTRODUCCIÓN

La presente tesis es una investigación que tiene por objetivo demostrar como la Calidad de Software influye en el Diseño de Mezclas de Concreto de la Aplicación Móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. El origen del problema surge de la detección de errores de cálculo y precisión, en el Diseño de Mezclas de Concreto, estudiadas en el laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Esta situación es muy alarmante debido a que pequeños errores en el diseño de mezclas de concreto, pueden ocasionar grandes deficiencias estructurales en las edificaciones construidas con los mismos, lo que a su vez genera riesgos en la integridad de las personas que usen dichas edificaciones, además de un alto costo de solución.

Es evidente que la mejor forma de solucionar problemas de este tipo, es la utilización de la tecnología, la cual nos brinda un alto grado de precisión en sus resultados. Haciendo un estudio previo se determinó que el tipo de tecnología más idónea para la solución de este problema son las aplicaciones móviles, las cuales brindan todos los beneficios de una solución convencional, adicionando la portabilidad o capacidad de ser utilizada en cualquier lugar y momento.

Se desarrolló dicha solución informática utilizando la metodología de desarrollo de software ágil Scrum, la cual es una de las más utilizadas actualmente, debido a que produce resultados de muy alta calidad y es muy flexible con los cambios que puedan ocurrir durante el desarrollo de la solución.

La presente investigación contiene los siguientes capítulos:

En el capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, la formulación del problema general y los problemas específicos de la investigación, la

justificación del estudio y los objetivos tanto general como específicos. En este capítulo se plantea la influencia de la calidad de software en el diseño de mezclas de concreto determinado mediante el uso de una aplicación móvil, además de justificar que la finalidad de esta investigación es solucionar los errores de cálculo y precisión que se muestran en los diseños de mezclas de concreto estudiados, para finalmente plantear los objetivos de la investigación.

En el capítulo II, se refiere al marco teórico, donde se considera los antecedentes del tema tanto nacionales como internacionales que cuentan con una a dos variables similares a la tesis investigada, también en este capítulo se fundamenta la investigación con bases teóricas tanto de la variable independiente y la variable dependiente, con sus respectivas dimensiones.

En el capítulo III, se refiere al marco metodológico; a la hipótesis general y específica donde se enuncia la influencia que tiene la variable independiente respecto a la dependiente; las variables de estudio, con énfasis en la definición operacional que contiene una tabla que se usa de guía para elaborar el instrumento de la recolección de datos; el tipo, diseño de la Investigación; la población con la cual se va a trabajar recolectando los datos a través de un cuestionario que aplica la escala de Likert; también se tiene las tablas de confiabilidad del instrumento y la validación del instrumento a través de un juicio de expertos; los métodos de análisis de datos y una breve descripción de los aspectos éticos.

En el capítulo IV, se presenta el trabajo técnico de la investigación, específicamente la solución tecnológica, la cual nos brinda toda la información técnica del desarrollo de la solución al problema planteado.

En el capítulo V, se trata la descripción y análisis estadístico, de las variables dependiente e independiente y sus dimensiones, y la contrastación de la hipótesis de la investigación.

En el capítulo VI, se trata las discusiones de los resultados obtenidos con el marco teórico, tanto de antecedentes como de la definición de las variables, se confirma los resultados de los antecedentes, y se refuta el resultado de antecedentes que no están acorde al marco teórico investigado.

En el capítulo VII y VIII, se trata las conclusiones de la investigación y se hacen las recomendaciones respectivas.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Actualmente, el concreto es el material compuesto más importante en construcción; esta mezcla de cemento, agua, aire, agregado y aditivos; se ha convertido en el material más empleado en todo tipo de edificación, desde un simple cerco perimétrico hasta un inmenso rascacielos, debido a sus impresionantes características, especialmente su trabajabilidad, impermeabilidad, durabilidad y resistencia.

Siendo el Perú un país de alta sismicidad y geografía variada y difícil. Como, por ejemplo: nuestra selva baja, que se caracteriza por lluvias copiosas, temperaturas altas, arenas de módulo de fineza muy bajo, ausencia de agregado grueso y escasa agua potable; nuestras serranías, que tienen alturas que pasan los 4500 metros sobre el nivel del mar, humedades relativas que pueden descender hasta 35%, temperaturas que pueden ser menores a -20°C , escasa agua potable y abundancia de agregado integral de granulometría variada; o nuestra costa que es escasa en agua potable, abundante en arenales de temperatura que puede alcanzar los 38°C , pocas canteras de agregado adecuadamente trabajadas y lluvias muy escasas.

En este escenario, toda edificación se encuentra expuesta a numerosos riesgos, tanto naturales como ocasionados por el hombre, para evitar que cualquier acontecimiento pueda dañar a las personas que viven, transitan o utilizan una edificación, es muy importante hacerlas lo más seguras posible, y siendo el concreto el material que normalmente se encuentra en mayor cantidad, tenemos que asegurar, cumpla con todas las características esperadas.

Para que el concreto cumpla con sus características, es muy importante acatar una serie de normas que nos permitan asegurar su calidad, desde la obtención de sus materiales, como el agua, agregado y aditivos, hasta su

colocación; obviamente incluyendo a su diseño, es decir la selección de las proporciones de los materiales, por los que está compuesto.

El diseño de mezclas de concreto es la fase más importante y crítica al momento de asegurar la calidad del concreto, debido a que este implica realizar numerosos cálculos y comparaciones con tablas elaboradas por organizaciones internacionales especializadas en el tema, como el Instituto Americano del Concreto (ACI).

Es muy común ver errores de cálculo y precisión en diseños de mezcla de concreto elaborados por ingenieros o laboratoristas novatos, como se explicó anteriormente, estos errores son muy perjudiciales en la seguridad de una edificación.

Con la intención de reducir estos errores, se tuvo la idea de crear un software que asistiera el diseño de mezclas de concreto, la solución más idónea en este caso, ya que cumple con los requisitos de precisión, reducción de errores y movilidad, son las aplicaciones móviles.

Las aplicaciones móviles, especialmente las desarrolladas para el sistema operativo Android, han ido creciendo y aumentando su calidad, funcionalidad y popularidad en estos últimos años, es muy complicado encontrar alguna persona que no haya usado o sepa sobre estas, lo cual nos brinda una gran oportunidad de asegurar con sistemas de información la calidad del concreto y por ende la seguridad de las edificaciones, donde se utilice concreto.

Para el desarrollo de esta aplicación, se hizo el análisis de numerosas metodologías, llegando a la conclusión que la más conveniente es la metodología SCRUM, ya que adopta una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del producto; y también provee un solapamiento de las diferentes fases del desarrollo, en lugar de realizar una tras otra en un ciclo secuencial o en cascada.

Es muy importante, también, poder determinar si la calidad de esta aplicación móvil, influye en la precisión de sus resultados.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera influye la calidad de software en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca?

1.2.2. Problemas Específicos

¿De qué manera influye la calidad de software en la selección de materiales del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca?

¿De qué manera influye la calidad de software en la determinación de valores previos del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca?

¿De qué manera influye la calidad de software en la selección de las proporciones de materiales del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca?

¿La aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, presenta los estándares de calidad adecuados?

1.3. Justificación del Estudio

1.3.1. Justificación Teórica

Esta investigación se realiza con el propósito de contribuir al conocimiento existente sobre el uso de sistemas de información inteligentes, en las metodologías y procedimientos de diseño de elementos constructivos, que son cada uno de los componentes materiales que integran una obra de construcción, especialmente del concreto.

Los resultados de esta investigación podrán sistematizarse en una propuesta de mejora de las metodologías y procedimientos del diseño de mezclas de concreto y así mismo ser incorporados en el conocimiento de las tecnologías de la información, ya que se estaría demostrando que el uso de una aplicación móvil contribuye en la obtención de resultados de calidad en los diseños de mezclas de concreto.

De esta forma se estaría asegurando las correctas condiciones del elemento constructivo más usado e importante en toda obra de construcción, el concreto, y por consecuencia, de una parte, fundamental de la obra de construcción. Lo que incrementaría la seguridad de los usuarios o habitantes de dicha obra, cuando se encuentre culminada y de los obreros, en su construcción.

1.3.2. Justificación Práctica

La presente investigación se realiza porque existe la necesidad de generar herramientas de apoyo al diseño de mezclas de concreto, que sean eficaces, eficientes y puedan ser utilizadas en dispositivos que presenten una gran capacidad de transporte y movilidad, como los Smartphones o Tablets.

Estas herramientas, si presentan un uso adecuado, disminuirían drásticamente los errores más comunes en el diseño de mezclas de concreto, que son errores de cálculo y precisión, lo que a su vez permitiría elaborar mejor concreto y de esta forma asegurar la seguridad de las personas que utilicen y habiten las construcciones elaboradas con dicho concreto.

Mediante esta investigación se creará una propuesta de estas herramientas, que ayudará a mejorar la calidad de los resultados obtenidos en los diseños de mezclas de concreto.

1.3.3. Justificación Metodológica

En esta investigación se explica el porqué de la elección de la metodología SCRUM para el análisis, diseño, desarrollo y pruebas de la aplicación móvil, la cual es un enfoque de gestión ágil que facilita la administración de proyectos, programas y portafolios de cualquier tamaño y complejidad, facilitando el flujo de información, la comunicación entre el equipo de trabajo y la entrega de valor con oportunidad a los interesados, siendo caracterizada por: adoptar una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del producto; basar la calidad del resultado más en el conocimiento tácito de las personas en equipos auto organizados, que en la calidad de los procesos empleados; y el solapamiento de las diferentes fases del

desarrollo, en lugar de realizar una tras otra en un ciclo secuencial o en cascada.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar la influencia de la calidad de software en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar la influencia de la calidad de software en la selección de materiales del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

Determinar la influencia de la calidad de software en la determinación de valores previos del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

Determinar la influencia de la calidad de software en la selección de las proporciones de materiales del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

Determinar si la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, presenta los estándares de calidad adecuados.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

No existen otras investigaciones que hayan tratado el tema, a pesar de esto considero que el estudio presentado, reúne las condiciones metodológicas y temáticas suficientes para ser considerada como una investigación.

2.2. Bases Teóricas de las Variables

2.2.1. Sistemas de Información

Lindsay (2000). Menciona que un sistema de información es un conjunto de elementos orientados al tratamiento y administración de datos e información, organizados y listos para su uso posterior, generados para cubrir una necesidad o un objetivo. Dichos elementos formarán parte de alguna de las siguientes categorías: personas; actividades o técnicas de trabajo; datos; y recursos materiales en general (recursos informáticos y de comunicación, generalmente, aunque no necesariamente).

Todos estos elementos interactúan para procesar datos (incluidos los procesos manuales y automáticos) y dan lugar a información más elaborada, que se distribuye de la manera más adecuada posible en una determinada organización, en función de sus objetivos.

Habitualmente el término "sistema de información" se usa de manera errónea como sinónimo de sistema de información informático, en parte porque en la mayoría de los casos los recursos materiales de un sistema de información están constituidos casi en su totalidad por sistemas informáticos. Estrictamente hablando, un sistema de información no tiene por qué disponer de dichos recursos (aunque en la práctica esto no suele ocurrir). Se podría decir entonces que los sistemas

de información informáticos son una subclase o un subconjunto de los sistemas de información en general.

En otras palabras, sistema de información se entiende como el conjunto de tecnologías, procesos, aplicaciones de negocios y software disponibles para las personas dentro de una organización.

2.2.2. Ciclo de Vida del Desarrollo de Sistemas

Kendall y Kendall (2011). Menciona que el ciclo de vida del desarrollo de sistemas (SDLC) es una metodología en fases para el análisis y diseño, de acuerdo con la cual los sistemas se desarrollan mejor al utilizar un ciclo específico de actividades del desarrollador y los usuarios.

Los desarrolladores no se han puesto de acuerdo sobre la cantidad de fases que hay en el SDLC, pero por lo general alaban su metodología organizada. En esta ocasión vamos a dividir el ciclo en siete fases. Aunque cada fase se presenta de manera discreta, en realidad nunca se puede llevar a cabo como un paso separado, sino que varias actividades pueden ocurrir al mismo tiempo, e incluso se pueden repetir.

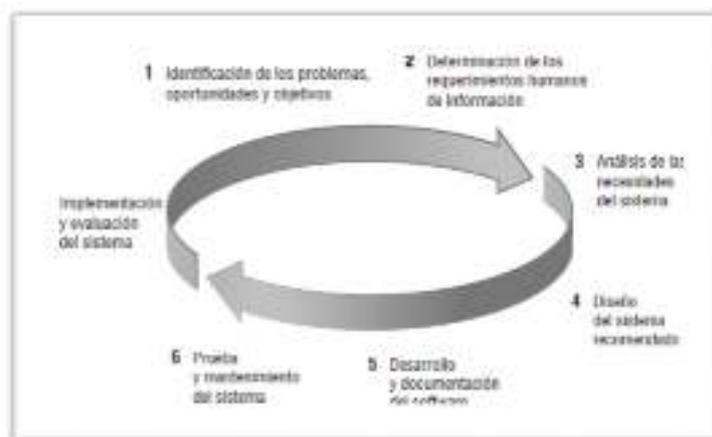


Imagen 01. Fases del ciclo de vida de desarrollo de sistemas (SDLC).
Fuente: Análisis y Diseño de Sistemas. Kendal y Kendall (2011).

2.2.2.1. Identificación de los Problemas, Oportunidades y Objetivos

Kendall y Kendall (2011). En esta primera fase del ciclo de vida del desarrollo de sistemas, el desarrollador se encarga de identificar correctamente los problemas, las oportunidades y los objetivos. Esta etapa es imprescindible para el éxito del resto del proyecto: ya que a nadie le gusta desperdiciar el tiempo resolviendo un problema mal caracterizado.

En la primera fase el desarrollador debe analizar con honestidad lo que está ocurriendo en la empresa. Después, junto con otros miembros de la organización, debe comenzar a señalar los problemas. A menudo, otras personas habrían planteado también estos problemas, razón por la cual se llamó en un principio al desarrollador. Las oportunidades residen en las situaciones que el desarrollador cree poder mejorar mediante el uso de sistemas de información computarizados. Al aprovechar estas oportunidades, la empresa puede obtener una ventaja competitiva o establecer un estándar en la industria.

La identificación de los objetivos también es un componente importante de la primera fase. El desarrollador debe descubrir primero qué trata de hacer la empresa; después debe ser capaz de determinar si alguno de los aspectos de las aplicaciones de los sistemas de información puede ayudar a que la empresa logre sus objetivos al enfrentar problemas u oportunidades específicos.

Las personas involucradas en la primera fase son los usuarios, los desarrolladores y los administradores de sistemas que coordinan el proyecto. En esta fase las actividades consisten en entrevistar a los encargados de la administración de los usuarios, sintetizar el conocimiento obtenido, estimar el alcance del proyecto y documentar los resultados. El resultado de esta fase es un informe de viabilidad,

el cual contiene la definición de un problema y sintetiza los objetivos. Después, la administración de la empresa debe tomar una decisión en cuanto a proceder o no con el proyecto propuesto. Si el grupo de usuarios no tiene suficientes fondos en su presupuesto o desea hacer frente a problemas que no están relacionados, o si los problemas no requieren un sistema computacional, tal vez se pueda recomendar una solución distinta y el proyecto de sistemas no continúe.

2.2.2.2. Determinación de los Requerimientos de Información del Factor Humano

Kendall y Kendall (2011). La siguiente fase a la que entra el desarrollador es determinar las necesidades de los usuarios involucrados, mediante el uso de varias herramientas, para comprender la forma en que interactúan en el contexto laboral con sus sistemas de información actuales. El desarrollador utilizará métodos interactivos como entrevistas, muestreos e investigación de datos duros, además de los cuestionarios y los métodos discretos, como observar el comportamiento de los encargados al tomar las decisiones y sus entornos de oficina, y los métodos integrales como la creación de prototipos.

El desarrollador utilizará estos métodos para plantear y responder muchas preguntas relacionadas con la interacción humano-computadora (HCI), incluyendo preguntas tales como: “¿Cuáles son las fortalezas y limitaciones físicas de los usuarios?”, o, dicho en otras palabras, “¿qué hay que hacer para que el sistema sea perceptible, legible y seguro?”, “¿cómo puede diseñarse el nuevo sistema para que sea fácil de usar, aprender y recordar?”, “¿cómo puede el sistema ser agradable o incluso divertido de usar?”, “¿cómo puede el sistema apoyar las tareas laborales individuales de un usuario y buscar nuevas formas de hacerlas más productivas?”.

En la fase de requerimientos del SDLC, el desarrollador se esfuerza por comprender qué información requieren los usuarios para realizar sus trabajos. En este punto el desarrollador examina cómo hacer que el sistema sea útil para las personas involucradas. ¿Cómo puede el sistema ofrecer un mejor apoyo para las tareas individuales que se deben llevar a cabo? ¿Qué nuevas tareas habilita el nuevo sistema que los usuarios no podían realizar sin él? ¿Cómo se puede crear el sistema de manera que extienda las capacidades de un usuario más allá de lo provisto por el sistema anterior? ¿Cómo puede el desarrollador crear un sistema gratificante para los trabajadores?

Las personas involucradas en esta fase son los desarrolladores y los usuarios, por lo general los gerentes y los trabajadores de operaciones. El desarrollador de sistema debe conocer los detalles sobre las funciones del sistema actual: el quién (las personas involucradas), el qué (la actividad de la empresa), el dónde (el entorno en el que se lleva a cabo el trabajo), el cuándo (la coordinación) y el cómo (de qué manera particular se realizan los procedimientos actuales) de la empresa a la que está estudiando. Después, el desarrollador debe preguntar por qué la empresa utiliza el sistema actual. Puede haber buenas razones por las cuales la empresa trabaje con los métodos actuales, razón por la que se deben tener en cuenta al diseñar un nuevo sistema.

El desarrollo ágil es una metodología orientada a objetos (OOA) para el desarrollo de sistemas, en la cual se incluye un método de desarrollo (junto con la generación de los requerimientos de información) así como herramientas de software.

No obstante, si la razón de seguir con las operaciones actuales es que “siempre se ha hecho de esa forma”, el desarrollador querrá mejorar los procedimientos. Al terminar esta fase, el desarrollador deberá comprender la forma en que los usuarios realizan su trabajo

al interactuar con una computadora y deberá empezar a comprender cómo mejorar la utilidad y capacidad de uso del nuevo sistema. También deberá saber cómo funciona la empresa y tener información completa sobre personas, objetivos, datos y procedimientos involucrados.

2.2.2.3. Análisis de las Necesidades del Sistema

Kendall y Kendall (2011). La siguiente fase que debe llevar a cabo el desarrollador de sistemas involucra el análisis de las necesidades del sistema. Aquí también hay herramientas y técnicas especiales que ayudan al desarrollador a realizar las determinaciones de los requerimientos. Las herramientas como los diagramas de flujo de datos (DFD) para graficar la entrada, los procesos y la salida de las funciones de la empresa, o los diagramas de actividad o de secuencia para mostrar la secuencia de los eventos, sirven para ilustrar a los sistemas de una manera estructurada y gráfica. A partir de los diagramas de flujo de datos, de secuencia u otros tipos de diagramas se debe desarrollar un diccionario de datos para enlistar todos los elementos de datos utilizados en el sistema, así como sus especificaciones.

Durante esta fase, el desarrollador de sistemas también analiza las decisiones estructuradas llevadas a cabo. Las decisiones estructuradas son aquellas para las que se pueden determinar condiciones, alternativas de condición, acciones y reglas de acción. Hay tres métodos principales para el análisis de las decisiones estructuradas: inglés/español estructurado, tablas de decisión y árboles de decisión.

En este punto del SDLC, el desarrollador de sistemas prepara una propuesta de sistemas en la que sintetiza todo lo que ha averiguado sobre los usuarios, la capacidad de uso y la utilidad de los

sistemas actuales; incluye un análisis de costo-beneficio de las alternativas y, si se requiere, hace recomendaciones. Si la administración acepta una de las recomendaciones, el análisis continúa por esa vía. Cada problema de sistemas es único, por lo que nunca hay sólo una solución correcta. La manera en que se formule una recomendación o solución depende de las cualidades individuales y la capacitación profesional de cada desarrollador, y de su interacción con los usuarios en el contexto de su entorno laboral.

2.2.2.4. Diseño del Sistema Recomendado

Kendall y Kendall (2011). En la fase de diseño del SDLC, el desarrollador de sistemas utiliza la información recolectada antes para realizar el diseño lógico del sistema de información. El desarrollador diseña los procedimientos para ayudar a que los usuarios introduzcan los datos con precisión, de manera que los datos que entren al sistema de información sean los correctos. Además, el desarrollador debe ayudar a que los usuarios completen la entrada de datos efectiva al sistema de información mediante el uso de las técnicas del buen diseño de formularios y páginas Web o pantallas.

Parte del diseño lógico del sistema de información es idear la HCI. La interfaz conecta al usuario con el sistema, por lo que es extremadamente importante. La interfaz del usuario se diseña con ayuda de los usuarios para asegurar que el sistema sea perceptible, legible y seguro, así como atractivo y divertido de usar. Ejemplos de interfaces de usuario físicas son el teclado (para escribir las preguntas y respuestas), los menús en pantalla (para obtener los comandos de los usuarios) y varios tipos de interfaces gráficas de usuario (GUI) basadas en un ratón o una pantalla táctil.

La fase de diseño también incluye el diseño de bases de datos que almacenarán gran parte de los datos necesarios para los

encargados de tomar las decisiones en la organización. Los usuarios se benefician de una base de datos bien organizada que sea lógica para ellos y se corresponda con la forma en que ven su trabajo. En esta fase, el desarrollador también trabaja con los usuarios para diseñar una salida (ya sea en pantalla o impresa) que cumpla con sus necesidades de información.

Por último, el desarrollador debe diseñar controles y procedimientos de respaldo para proteger el sistema y los datos, y para producir paquetes de especificación de programas para los programadores. Cada paquete debe contener los diseños de las entradas y las salidas, las especificaciones de los archivos y los detalles sobre el procesamiento; también puede incluir árboles o tablas de decisión, UML o diagramas de flujo de datos, junto con los nombres y las funciones de cualquier código previamente escrito dentro de la empresa o que utilice código u otras bibliotecas de clases.

2.2.2.5. Desarrollo y Documentación del Software

Kendall y Kendall (2011). En la quinta fase del SDLC, el desarrollador trabaja con los programadores para desarrollar el software original requerido. Durante ella, el desarrollador desarrolla junto con los usuarios una documentación efectiva para el software, incluyendo manuales de procedimientos, ayuda en línea, sitios Web con preguntas frecuentes (FAQ) y archivos Léame (Read Me) para incluir con el nuevo software. Como los usuarios están involucrados desde el principio, la fase de documentación debe lidiar con las preguntas que hicieron y resolvieron junto con el desarrollador. La documentación indica a los usuarios cómo deben usar el software y qué deben hacer en caso de que ocurran problemas.

Los programadores desempeñan un rol clave en esta fase, ya que diseñan, codifican y eliminan los errores sintácticos de los

programas de computadora. Para asegurar la calidad, un programador puede llevar a cabo un recorrido por el diseño o por el código para explicar las porciones complejas del programa a un equipo formado por otros programadores.

2.2.2.6. Prueba y Mantenimiento del Sistema

Kendall y Kendall (2011). Antes de utilizar el sistema de información, se debe probar. Es mucho menos costoso detectar los problemas antes de entregar el sistema a los usuarios. Una parte del procedimiento de prueba es llevado a cabo por los programadores solos; la otra la realizan junto con los desarrolladores de sistemas. Primero se completa una serie de pruebas para señalar los problemas con datos de muestra y después se utilizan datos reales del sistema actual. A menudo, los planes de prueba se crean en las primeras etapas del SDLC y se refinan a medida que el proyecto progresa.

El mantenimiento del sistema y la documentación de este mantenimiento empieza en esta fase y se lleva a cabo de manera rutinaria durante toda la vida del sistema de información. Gran parte del trabajo rutinario del programador consiste en el mantenimiento, por lo cual las empresas invierten una gran cantidad de dinero en este proceso. Ciertos procedimientos de mantenimiento, como las actualizaciones de los programas, se pueden llevar a cabo a través del sitio Web del distribuidor. Muchos de los procedimientos sistemáticos que emplea el desarrollador durante el SDLC pueden ayudar a asegurar que el mantenimiento siempre se mantenga en el nivel mínimo necesario.

2.2.2.7. Implementación y Evaluación del Sistema

Kendall y Kendall (2011). En esta última fase del desarrollo de sistemas, el desarrollador ayuda a implementar el sistema de

información. En esta fase hay que capacitar a los usuarios para operar el sistema. Los distribuidores se encargan de una parte de la capacitación, pero la supervisión de la capacitación es responsabilidad del desarrollador de sistemas. Además, el desarrollador necesita planear una conversión sin problemas del sistema antiguo al nuevo. Este proceso incluye convertir los archivos de los formatos anteriores a los nuevos, o crear una base de datos, instalar equipo y llevar el nuevo sistema a producción.

La evaluación se incluye como parte de esta fase final del SDLC principalmente por cuestiones informativas. En realidad, la evaluación se realiza durante cada fase. El criterio clave que debemos satisfacer es si los usuarios previstos están utilizando el sistema.

Hay que tener en cuenta que a menudo el trabajo relacionado con los sistemas es cíclico. Cuando un desarrollador termina una fase del desarrollo de sistemas y continúa con la siguiente, al descubrir un problema tal vez se vea obligado a regresar a la fase anterior y modificar el trabajo que realizó ahí.

2.2.3. Desarrollo Ágil de Software

Lasa (2017). Menciona que el desarrollo ágil de software envuelve un enfoque para la toma de decisiones en los proyectos de software, que se refiere a métodos de ingeniería del software basados en el desarrollo iterativo e incremental, donde los requisitos y soluciones evolucionan con el tiempo según la necesidad del proyecto. Así el trabajo es realizado mediante la colaboración de equipos auto organizados y multidisciplinarios, inmersos en un proceso compartido de toma de decisiones a corto plazo.

Cada iteración del ciclo de vida incluye: planificación, análisis de requisitos, diseño, codificación, pruebas y documentación. Teniendo gran

importancia el concepto de "Finalizado" (Done), ya que el objetivo de cada iteración no es agregar toda la funcionalidad para justificar el lanzamiento del producto al mercado, sino incrementar el valor por medio de "software que funciona" (sin errores).

Los métodos ágiles enfatizan las comunicaciones cara a cara en vez de la documentación. La mayoría de los equipos ágiles están localizados en una simple oficina abierta, a veces llamadas "plataformas de lanzamiento" (bullpen en inglés). La oficina debe incluir revisores, escritores de documentación y ayuda, diseñadores de iteración y directores de proyecto. Los métodos ágiles también enfatizan que el software funcional es la primera medida del progreso. Combinado con la preferencia por las comunicaciones cara a cara, generalmente los métodos ágiles son criticados y tratados como "indisciplinados" por la falta de documentación técnica.

2.2.4. Métodos Ágiles

Los siguientes son algunos métodos ágiles de desarrollo de software: Adaptive Software Development (ASD); Agile Unified Process; Crystal Clear; Feature Driven Development (FDD); Lean Software Development (LSD); Kanban; Open Unified Process (OpenUP); Programación Extrema (XP); Método de desarrollo de sistemas dinámicos (DSDM); SCRUM; G300; 6D-BUM; entre otros.

2.2.5. Metodología SCRUM

Schwaber (2010). Menciona que SCRUM es el nombre con el que se denomina a los marcos de desarrollo ágiles caracterizados por: adoptar una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del producto; basar la calidad del resultado más en el conocimiento tácito de las personas en equipos auto organizados, que en la calidad de los procesos empleados; y el

solapamiento de las diferentes fases del desarrollo, en lugar de realizar una tras otra en un ciclo secuencial o en cascada.

SCRUM es un modelo de referencia que define un conjunto de prácticas y roles, y que puede tomarse como punto de partida para definir el proceso de desarrollo que se ejecutará durante un proyecto. Los roles principales en SCRUM son: el SCRUM Master, que procura facilitar la aplicación de SCRUM y gestionar cambios, el Product Owner, que representa a los Stakeholders (interesados externos o internos), y el Team (equipo) que ejecuta el desarrollo y demás elementos relacionados con él. Durante cada sprint, un periodo entre una y cuatro semanas (la magnitud es definida por el equipo y debe ser lo más corta posible), el equipo crea un incremento de software potencialmente entregable (utilizable). El conjunto de características que forma parte de cada sprint viene del Product Backlog, que es un conjunto de requisitos de alto nivel priorizados que definen el trabajo a realizar (PBI, Product Backlog Item). Los elementos del Product Backlog que forman parte del sprint se determinan durante la reunión de Sprint Planning. Durante esta reunión, el Product Owner identifica los elementos del Product Backlog que quiere ver completados y los hace de conocimiento del equipo. Entonces, el equipo conversa con el Product Owner buscando la claridad y magnitud adecuadas (Cumpliendo el INVEST) para luego determinar la cantidad de ese trabajo que puede comprometerse a completar durante el siguiente sprint. Durante el sprint, nadie puede cambiar el Sprint Backlog, lo que significa que los requisitos están congelados durante el sprint.

SCRUM permite la creación de equipos auto organizados impulsando la colaboración de todos los miembros del equipo, y la comunicación verbal entre todos los miembros y disciplinas involucrados en el proyecto.

Un principio clave de SCRUM es el reconocimiento de que durante un proyecto los clientes pueden cambiar de idea sobre lo que quieren y

necesitan (a menudo llamado requirements churn), y que los desafíos impredecibles no pueden ser fácilmente enfrentados de una forma predictiva y planificada. Por lo tanto, SCRUM adopta una aproximación pragmática, aceptando que el problema no puede ser completamente entendido o definido, y centrándose en maximizar la capacidad del equipo de entregar rápidamente y responder a requisitos emergentes.

Las características más marcadas que se logran notar en SCRUM serían: gestión regular de las expectativas del cliente, resultados anticipados, flexibilidad y adaptación, retorno de inversión, mitigación de riesgos, productividad y calidad, alineamiento entre cliente y equipo, por último, equipo motivado. Cada uno de estos puntos mencionados hacen que el SCRUM sea utilizado de manera regular en un conjunto de buenas prácticas para el trabajo en equipo y de esa manera obtener resultados posibles.

Existen varias implementaciones de sistemas para gestionar el proceso de SCRUM, que van desde notas amarillas "post-it" y pizarras hasta paquetes de software. Una de las mayores ventajas de SCRUM es que es muy fácil de aprender, y requiere muy poco esfuerzo para comenzarse a utilizar. Así, si se utiliza una pizarra con notas autoadhesivas cualquier miembro del equipo podrá ver tres columnas: trabajo pendiente ("backlog"), tareas en proceso ("in progress") y hecho ("done"). De un solo vistazo, una persona puede ver en qué están trabajando los demás en un momento determinado.

2.2.6. Roles en SCRUM

2.2.6.1. Roles Principales

- **Product Owner.** El Product Owner representa la voz de la madre; Se asegura de que el equipo SCRUM trabaje de forma adecuada desde la perspectiva del negocio. El Product Owner

escribe historias de usuario, las prioriza, y las coloca en el Product Backlog.

- SCRUMMaster (o Facilitador). El SCRUM es facilitado por un SCRUMMaster, cuyo trabajo primario es eliminar los obstáculos que impiden que el equipo alcance el objetivo del sprint. El SCRUMMaster no es el líder del equipo (porque ellos se auto organizan), sino que actúa como una protección entre el equipo y cualquier influencia que le distraiga. El SCRUMMaster se asegura de que el proceso SCRUM se utiliza como es debido. El SCRUMMaster es el que hace que las reglas se cumplan.
- Equipo SCRUM. El equipo tiene la responsabilidad de entregar el producto. Es recomendable un pequeño equipo de 5 a 9 personas con las habilidades transversales necesarias para realizar el trabajo (análisis, diseño, desarrollo, pruebas, documentación, etc.)

2.2.6.2. Roles Auxiliares

Los roles auxiliares en los equipos SCRUM son aquellos que no tienen un rol formal y no se involucran frecuentemente en el proceso SCRUM, sin embargo, deben ser tomados en cuenta. Un aspecto importante de una aproximación ágil es la práctica de involucrar en el proceso a los usuarios, expertos del negocio y otros interesados (Stakeholders). Es importante que estas personas participen y entreguen retroalimentación con respecto a la salida del proceso, a fin de revisar y planear cada sprint.

- Stakeholders (Clientes, Proveedores, Vendedores, etc.). Son las personas que hacen posible el proyecto y para quienes el proyecto producirá el beneficio acordado que justifica su desarrollo. Sólo participan directamente durante las revisiones del sprint.

- Administradores (Managers). Son los responsables de establecer el entorno para el desarrollo del proyecto.

2.2.7. Beneficios de la Metodología SCRUM

Schwaber (2010). Menciona como los beneficios de la metodología SCRUM, lo siguiente:

- Flexibilidad a cambios. Gran capacidad de reacción ante los cambiantes requerimientos generados por las necesidades del cliente o la evolución del mercado. El marco de trabajo está diseñado para adecuarse a las nuevas exigencias que implican proyectos complejos.
- Reducción del Time to Market. El cliente puede empezar a utilizar las características más importantes del proyecto antes de que esté completamente terminado.
- Mayor calidad del software. El trabajo metódico y la necesidad de obtener una versión de trabajo funcional después de cada iteración, ayuda a la obtención de un software de alta calidad.
- Mayor productividad. Se logra, entre otras razones, debido a la eliminación de la burocracia y la motivación del equipo, proporcionada por el hecho de que pueden estructurarse de manera autónoma.
- Maximiza el retorno de la inversión (ROI). Creación de software solamente con las prestaciones que contribuyen a un mayor valor de negocio gracias a la priorización por retorno de inversión.
- Predicciones de tiempos. A través de este marco de trabajo se conoce la velocidad media del equipo por sprint, con lo que es posible estimar de manera fácil cuando se podrá hacer uso de una determinada funcionalidad que todavía está en el Backlog.
- Reducción de riesgos El hecho de desarrollar, en primer lugar, las funcionalidades de mayor valor y de saber la velocidad a la que el

equipo avanza en el proyecto, permite despejar riesgos efectivamente de manera anticipada.

2.2.8. Calidad de Software

Abud-Figueroa (2002). Hoy en día las compañías de todo el mundo industrializado reconocen que la calidad del producto se traduce en ahorro de costos y en una mejora general. La industria de desarrollo de software no es la excepción, por lo que en los últimos años se han realizado intensos trabajos para aplicar los conceptos de calidad en el ámbito del software.

Hablar de calidad del software implica la necesidad de contar con parámetros que permitan establecer los niveles mínimos que un producto de este tipo debe alcanzar para que se considere de calidad. El problema es que la mayoría de las características que definen al software no se pueden cuantificar fácilmente; generalmente, se establecen de forma cualitativa, lo que dificulta su medición, ya que se requiere establecer métricas que permitan evaluar cuantitativamente cada característica dependiendo del tipo de software que se pretende calificar.

En este sentido se han realizado muchos trabajos que establecen propuestas para el establecimiento de los factores cualitativos que afectan la calidad del software. Entre los principales están los factores de calidad de McCall y aquellos propuestos por Hewlett-Packard (FURPS: Functionality, Usability, Reliability; Performance, Supportability).

Además, se han hecho varios intentos por estandarizar los mecanismos de evaluación de calidad del software. Entre los principales están la familia de normas ISO 9000 (en especial la ISO 9001 y la ISO 9003-2), el modelo de niveles madurez CMM (Capability Maturity Model), el estándar para el aseguramiento de planes de calidad del IEEE

730:1984, el plan general de garantía de calidad del Consejo Superior de Informática MAP y la norma ISO/IEC 9126, que es objeto de este estudio.

En este trabajo se expondrá un esquema general del estándar ISO 9126, con el fin de mostrar los elementos que deben considerarse en la evaluación de calidad de los productos de software de acuerdo a este estándar.

2.2.9. Modelo de Calidad Establecido por el Estándar ISO 9126

Abud-Figueroa (2002). La ISO, bajo la norma ISO-9126, ha establecido un estándar internacional para la evaluación de la calidad de productos de software el cual fue publicado en 1992 con el nombre de "Information technology - Software product evaluation: Quality characteristics and guidelines for their use", en el cual se establecen las características de calidad para productos de software.

El estándar ISO-9126 establece que cualquier componente de la calidad del software puede ser descrito en términos de una o más, de seis características básicas, las cuales son: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad; cada una de las cuales se detalla a través de un conjunto de subcaracterísticas que permiten profundizar en la evaluación de la calidad de productos de software.

2.2.10. Características Propuestas por ISO-9126

Abud-Figueroa (2002). A continuación, se detalla cada una de las características que establece el estándar ISO-9126.

2.2.10.1. Funcionalidad

En este grupo se conjunta una serie de atributos que permiten calificar si un producto de software maneja en forma adecuada el conjunto de funciones que satisfagan las necesidades para las cuales fue diseñado. Para este propósito se establecen los siguientes atributos:

- Adecuación. Se enfoca a evaluar si el software cuenta con un conjunto de funciones apropiadas para efectuar las tareas que fueron especificadas en su definición.
- Exactitud. Este atributo permite evaluar si el software presenta resultados o efectos acordes a las necesidades para las cuales fue creado.
- Interoperabilidad. Permite evaluar la habilidad del software de interactuar con otros sistemas previamente especificados.
- Conformidad. Evalúa si el software se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.
- Seguridad. Se refiere a la habilidad de prevenir el acceso no autorizado, ya sea accidental o premeditado, a los programas y datos.

2.2.10.2. Confiabilidad

Aquí se agrupan un conjunto de atributos que se refieren a la capacidad del software de mantener su nivel de ejecución bajo condiciones normales en un periodo de tiempo establecido. Las subcaracterísticas que el estándar sugiere son:

- Nivel de Madurez. Permite medir la frecuencia de falla por errores en el software.

- Tolerancia a Fallas. Se refiere a la habilidad de mantener un nivel específico de funcionamiento en caso de fallas del software o de cometer infracciones de su interfaz específica.
- Recuperación. Se refiere a la capacidad de restablecer el nivel de operación y recobrar los datos que hayan sido afectados directamente por una falla, así como al tiempo y el esfuerzo necesarios para lograrlo.

2.2.10.3. Usabilidad

Consiste de un conjunto de atributos que permiten evaluar el esfuerzo necesario que deberá invertir el usuario para utilizar el sistema.

- Comprensibilidad. Se refiere al esfuerzo requerido por los usuarios para reconocer la estructura lógica del sistema y los conceptos relativos a la aplicación del software.
- Facilidad de Aprender. Establece atributos del software relativos al esfuerzo que los usuarios deben hacer para aprender a usar la aplicación.
- Operabilidad. Agrupa los conceptos que evalúan la operación y el control del sistema.

2.2.10.4. Eficiencia

Esta característica permite evaluar la relación entre el nivel de funcionamiento del software y la cantidad de recursos usados. Los aspectos a evaluar son:

- Comportamiento con Respecto al Tiempo. Atributos del software relativos a los tiempos de respuesta y de procesamiento de los datos.

- Comportamiento con Respecto a Recursos. Atributos del software relativos a la cantidad de recursos usados y la duración de su uso en la realización de sus funciones.

2.2.10.5. Mantenibilidad

Se refiere a los atributos que permiten medir el esfuerzo necesario para realizar modificaciones al software, ya sea por la corrección de errores o por el incremento de funcionalidad. En este caso, se tienen los siguientes factores:

- Capacidad de Análisis. Relativo al esfuerzo necesario para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas, o para identificar las partes que deberán ser modificadas.
- Capacidad de Modificación. Mide el esfuerzo necesario para modificar aspectos del software, remover fallas o adaptar el software para que funcione en un ambiente diferente.
- Estabilidad. Permite evaluar los riesgos de efectos inesperados debidos a las modificaciones realizadas al software.
- Facilidad de Prueba. Se refiere al esfuerzo necesario para validar el software una vez que fue modificado.

2.2.10.6. Portabilidad

En este caso, se refiere a la habilidad del software de ser transferido de un ambiente a otro, y considera los siguientes aspectos:

- Adaptabilidad. Evalúa la oportunidad para adaptar el software a diferentes ambientes sin necesidad de aplicarle modificaciones.
- Facilidad de Instalación. Es el esfuerzo necesario para instalar el software en un ambiente determinado.

- Conformidad. Permite evaluar si el software se adhiere a estándares o convenciones relativas a portatibilidad.
- Capacidad de reemplazo. Se refiere a la oportunidad y el esfuerzo usado en sustituir el software por otro producto con funciones similares.

2.2.11. Concreto

Rivva (2007). El concreto es un material heterogéneo el cual está compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua y agregados fino y grueso. El concreto contiene un pequeño volumen de aire atrapado, y puede contener también aire intencionalmente incorporado mediante el empleo de un aditivo.

Igualmente, en la mezcla de concreto también se utilizan con frecuencia otros aditivos para propósitos tales como acelerar o retardar el fraguado y el endurecimiento inicial; mejorar la trabajabilidad; reducir los requisitos de agua de la mezcla; incrementar la resistencia o modificar otras propiedades del concreto.

Adicionalmente, a la mezcla de concreto se le puede incorporar determinados aditivos minerales, tales como las puzolanas, las cenizas y las escorias de alto horno finamente molidos. Esta incorporación puede responder a consideraciones de economía o se puede efectuar para mejorar determinadas propiedades del concreto; reducir el calor de hidratación, aumentar la resistencia final, o mejorar el comportamiento del concreto frente al ataque por sulfatos o a la reacción de álcali agregados.

La selección de los diferentes materiales que componen la mezcla de concreto y de la proporción de cada uno de ellos debe ser siempre el resultado de un acuerdo razonable entre la economía y el cumplimiento

de los requisitos que debe satisfacer el concreto al estado fresco y endurecido.

Estos requisitos, a características fundamentales del concreto, están regulados por el empleo que se ha de dar a éste, así como por las condiciones que se espera han de encontrarse en obra al momento de la colocación; condiciones que a menudo, pero no siempre, están indicadas en los planos y en las especificaciones de obra.

2.2.12. Diseño de Mezclas

Rivva (2007). La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, conocida usualmente como diseño de la mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas; y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador e indicados en los planos y/o las especificaciones de obra.

En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, el diseñador debe recordar que la composición de la misma está determinada por:

- a) Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, las cuales son determinadas por el ingeniero estructural y se encuentran indicadas en los planos y/o especificaciones de obra.
- b) Las propiedades del concreto al estado no endurecido, las cuales generalmente son establecidas por el ingeniero constructor en función del tipo y características de la obra y de las técnicas a ser empleadas en la colocación del concreto.
- c) El costo de la unidad cúbica de concreto.

Los criterios presentados permiten obtener una primera aproximación de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica del concreto. Estas proporciones, sea cual fuere el método empleado para determinarlas, deberán ser consideradas como valores de prueba sujetos a revisión y ajustes sobre la base de los resultados obtenidos en mezclas preparadas bajo condiciones de laboratorio y obra.

Dependiendo de las condiciones de cada caso particular, las mezclas de prueba deberán ser preparadas en el laboratorio y, de preferencia, como tandas de obra empleando el personal, materiales y equipo a ser utilizados en la construcción. Este procedimiento permite ajustar las proporciones seleccionadas en la medida que ello sea necesario hasta obtener un concreto que, tanto en estado fresco como endurecido, reúna las características y propiedades necesarias; evitando los errores derivados de asumir, que los valores obtenidos en el gabinete son enteramente representativos del comportamiento del concreto bajo condiciones de obra.

2.2.13. Materiales del Concreto

2.2.13.1. Cemento

Laura (2006). El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. El producto resultante de la molienda de estas rocas es llamado clínker y se convierte en cemento cuando se le agrega una pequeña cantidad de yeso para que adquiera la propiedad de fraguar al añadirle agua y endurecerse posteriormente.

Rivva (2007). El cemento empleado en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de las siguientes normas:

- a) Los cementos Portland normal Tipo 1, 11, o V respectivamente con las Normas ITINTEC 334.009; 334.038; o 334.040; o con las Norma ASTM C 150.
- b) Los cementos Portland puzolánicos Tipo 1P y 1PM deberán cumplir con los requisitos de la norma ITINTEC 334.044; o con la Norma ASTM C 595.

2.2.13.2. Agregados

Rivva (2007). En la preparación de concretos de peso normal (2200 a 2500 kg/m³), los agregados empleados deberán cumplir con los requisitos de la norma ITINTEC 400.037 o de la norma ASTM C33, así como los de las especificaciones del proyecto.

2.2.13.3. Agregado Fino

Rivva (2007). Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa al Tamiz ITINTEC 9,5 mm (3/8") y que cumple, con los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037.

El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente.

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o bandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas.

El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la Normas ITINTEC 400.037. Es recomendable tener en cuenta lo siguiente:

- a) La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, Y N° 100 de la serie Tyler.
- b) El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.

El módulo de fineza del agregado fino se mantendrá dentro del límite de más o menos 0,2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto; siendo recomendable que el valor asumido esté entre 2,35 y 3,15.

2.2.13.4. Agregado Grueso

Rivva (2007). Se define como agregado grueso al material retenido en el Tamiz ITINTEC 4,75 mm (N° 4) y cumple los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037.

El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial.

El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de un perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.

Las partículas deberán ser químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humos, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites especificados en la Norma ITINTEC 400.037 o en la Norma ASTM C33.

2.2.13.5. Hormigón

Rivva (2007). El agregado denominado comúnmente hormigón es una mezcla natural, en proporciones arbitrarias, de agregados fino y grueso procedente de río o cantera.

En lo que sea aplicable se seguirán para el hormigón las recomendaciones correspondientes a los agregados fino y grueso.

El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica, u otras sustancias dañinas para el concreto. Su granulometría deberá estar comprendida entre la malla de 2" como máximo y la malla N° 100 como mínimo.

El hormigón deberá emplearse únicamente en la elaboración de concretos con resistencias en compresión hasta de 100 kg/cm² a los 28 días. El contenido mínimo de cemento será 255 kg/m³.

2.2.13.6. Agua

Rivva (2007). El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma ITINTEC 334.088 y ser, de preferencia, potable.

Está prohibido el empleo de aguas ácidas; calcáreas; minerales; carbonatadas; aguas provenientes de minas o relaves; aguas que contengan residuos minerales o industriales; aguas con un contenido de sulfatos mayor del 1%; aguas que contengan algas, materia orgánica, humus, o descargas de desagües; aguas que contengan azúcares o sus derivados.

Igualmente está prohibido el empleo de aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la reacción álcali agregado es posible.

2.2.13.7. Aditivos

Rivva (2007). Se define a un aditivo como un material distinto del agua, del agregado, o del cemento, el cual es utilizado como un componente del concreto y que se añade a este antes o durante el mezclado a fin de modificar una o algunas de sus propiedades.

Los aditivos a ser empleados en las mezclas de concreto deberán cumplir con los requisitos de la Norma ITINTEC 339.086. Su uso está limitado por lo indicado en las especificaciones técnicas del proyecto y por la autorización de la inspección.

En la selección de la cantidad de aditivo por unidad cúbica de concreto se tendrán en consideración las recomendaciones del fabricante; las propiedades que se desea obtener en el concreto; las características de los agregados; la resistencia a la compresión de diseño especificada; las condiciones ambientales y de trabajo en obra; el procedimiento de colocación del concreto; y los resultados de los ensayos de laboratorio y obra.

Los aditivos incorporadores de aire deberán cumplir con los requisitos de la Norma ITINTEC 339.086 o de la Norma ASTM C 260.

Los aditivos reductores de agua; retardantes; acelerantes; reductores de agua y retardantes; y reductores de agua y acelerantes; deberán cumplir con los requisitos de las Normas ITINTEC 339.086 o 339.087; o los de las Normas ASTM C 1017.

Las puzolanas y cenizas que se emplean como aditivos deberán cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C 618.

Las escorias de alto horno finamente molidas, cuando se emplean como aditivos deberán cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C 989.

2.2.13.8. Aire

Rivva (2007). Las burbujas de aire pueden estar presentes en la pasta de concreto como resultado de las operaciones propias del proceso de puesta en obra, en cuyo caso se les conoce como aire atrapado o aire natural; o pueden encontrarse en la mezcla debido a que han sido intencionalmente incorporadas a ella, en cuyo caso se les conoce como aire incorporado.

Se denomina aire total a la suma de los volúmenes de aire atrapado más aire incorporado presente en una mezcla dada.

En los concretos siempre hay un pequeño porcentaje de aire atrapado, el cual depende del aporte de los materiales, las condiciones de operación y la granulometría y tamaño máximo del agregado. Las burbujas de aire atrapados se caracterizan por su diámetro cercano a 1mm y su perfil irregular.

En los concretos con aire incorporado, éste se incorpora intencionalmente a la mezcla mediante el empleo de aditivos con la finalidad de mejorar determinadas propiedades del concreto, especialmente su durabilidad frente a los procesos de congelación y deshielo. Las burbujas de aire incorporado se caracterizan por su pequeño diámetro, entre 10 y 1000 micrones, y el perfil esférico de las mismas.

La incorporación de aire a las mezclas, al proporcionar un sistema de burbujas que comprende del 9% al 10% del concreto, mejora significativamente la resistencia del concreto a la posibilidad de acciones destructivas ocasionadas por la congelación del agua en los poros capilares del mismo.

Adicionalmente, es recomendable el empleo de aire incorporado en aquellos casos en que el concreto va a estar sometido a procesos de ataque por acción del agua de mar o aguas agresivas, a la acción de sales o agentes químicos; o a influencias destructivas similares.

La presencia de aire en las mezclas tiende a reducir la resistencia del concreto por incremento de la porosidad del mismo.

2.2.14. Propiedades del Concreto

Rivva (2007). Las características del concreto han de ser función del fin para el cual, está destinado. Por ello la selección de las proporciones de la unidad cúbica de concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias para el caso particular para el cual la mezcla está siendo diseñada.

Al seleccionar las proporciones de la mezcla debe tenerse en consideración las condiciones de colocación, la calidad y experiencia del personal profesional y técnico, la interrelación entre las diversas propiedades del concreto, así como la consideración de que el concreto debe ser económico no sólo en su primer costo sino también en sus futuros servicios.

2.2.14.1. Trabajabilidad

Laura (2006). Se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto al estado no endurecido la cual determina su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación.

Esta definición involucra conceptos, tales como capacidad de moldeo, cohesividad y capacidad de compactación. Igualmente, la trabajabilidad involucra el concepto de fluidez, con énfasis en la plasticidad y uniformidad, dado que ambas tienen marcada influencia en el comportamiento y apariencia final de la estructura.

2.2.14.2. Consistencia

Laura (2006). La consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose con ello, que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación. La consistencia está relacionada pero no es sinónimo de trabajabilidad.

Las Normas Alemanas clasifican al concreto, de acuerdo a su consistencia, en tres grupos:

-
- Concretos consistentes o secos.
- Concretos plásticos.
- Concretos fluidos.

Los concretos consistentes son definidos como aquellos que tienen el grado de humedad necesario para que al apretarlos con la

mano quede adherida a ésta la lechada de cemento. Este tipo de concretos sólo contienen el agua necesaria para que su superficie, después de vibrados, quede blanda y unida.

Los concretos plásticos son definidos como aquellos que contienen el agua necesaria para dar a la masa una consistencia pastosa.

Los concretos fluidos son aquellos que han sido amasados con tanta agua que la mezcla fluye como una pasta blanda. Este tipo de concreto sólo debe ser empleado en aquellas estructuras en las que la disminución de la calidad originada por el excesivo contenido de agua carece de importancia.

Los norteamericanos clasifican al concreto por el asentamiento de la mezcla fresca. El método de determinación empleado es conocido como método del cono de asentamiento, método del cono de Abrams o método de Slump, y define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o en milímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica.

Por consiguiente, se puede definir el asentamiento como la medida de la diferencia de altura entre el molde metálico estándar y la masa de concreto después que ha sido retirado el molde que la recubría.

En la actualidad se acepta una correlación entre la Norma Alemana y los criterios norteamericanos, considerándose que:

- A las consistencias secas corresponde asentamientos de 0" a 2" (0 mm a 50 mm).

- A las consistencias plásticas corresponden asentamientos de 3" a 4" (75 mm a 100 mm).
- A las consistencias fluidas correspondan asentamientos de más de 5" (125 mm).

2.2.14.3. Resistencia

Laura (2006). La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad.

La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Pero el ingeniero diseñador de la mezcla debe recordar que otras propiedades, tales como la durabilidad, permeabilidad, o resistencia al desgaste pueden ser tanto o más importantes que la resistencia, dependiendo de las características y ubicación de la obra.

En general, prácticamente todas las propiedades del concreto endurecido están asociadas a la resistencia y, en muchos casos, es en función del valor de ella que se las cuantifica o cualifica. Sin embargo, siempre debe recordarse al diseñar una mezcla de concreto que muchos factores ajenos a la resistencia pueden afectar otras propiedades.

El norteamericano Gilkey, apoyándose en sus propias observaciones y en los trabajos de Walker, Bloem y Gaynor, ha demostrado que la resistencia del concreto es función de cuatro factores:

- Relación agua-cemento.
- Relación cemento-agregado.
- Granulometría, perfil, textura superficial, resistencia y dureza del agregado.
- Tamaño máximo del agregado.

2.2.14.4. Durabilidad

Laura (2006). El concreto debe ser capaz de endurecer y mantener sus propiedades en el tiempo aún en aquellas condiciones de exposición que normalmente podrían disminuir o hacerle perder su capacidad estructural. Por tanto, se define como concreto durable a aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales él está sometido.

Entre los agentes externos o internos capaces de atentar contra la durabilidad del concreto se encuentran los procesos de congelación y deshielo; los de humedecimiento y secado; los de calentamiento y enfriamiento; la acción de agentes químicos, especialmente cloruros y sulfatos; y la de aditivos descongelantes.

2.2.14.5. Densidad

Laura (2006). En determinados tipos de obras, la selección de las proporciones de la mezcla de concreto es efectuada fundamentalmente para obtener alta densidad. En estos casos, empleando agregados especiales, se pueden obtener concretos trabajables con pesos unitarios del orden de 5600 kg/m^3 .

Ejemplos de aplicación de tales concretos son los recubrimientos pesados empleados para mantener las tuberías de los oleoductos debajo del agua; las pantallas de protección contra las

radiaciones en las centrales nucleares; y determinados elementos empleados para aislamiento del sonido.

2.2.14.6. Generación de Calor

Laura (2006). Un aspecto importante de la selección de las proporciones de los concretos masivos es el tamaño y perfil de la estructura en la cual ellos van a ser empleados. Ello es debido a que la colocación de grandes volúmenes de concreto puede obligar a tomar medidas para controlar la generación de calor debida al procesó de hidratación del cemento, con los resultantes cambios de volumen en el interior de la masa de concreto y el incremento en el peligro de fisuración del mismo.

Como regla general, para los cementos normales Tipo 1, la hidratación deberá generar una elevación de temperatura del concreto del orden de 6°C a 11°C por saco de cemento por metro cúbico de concreto. Si la elevación de la temperatura de la masa de concreto no es mantenida en un mínimo, o si no se permite que el calor se disipe a una velocidad razonable, o si se permite que el concreto se enfríe rápidamente, puede presentarse agrietamiento.

2.2.14.7. Elasticidad

Laura (2006). El concreto no es un material completamente elástico y la relación esfuerzo deformación para una carga en constante incremento adopta generalmente la forma de una curva. Generalmente se conoce como Módulo de Elasticidad a la relación del esfuerzo a la deformación medida en el punto donde la línea se aparta de la recta y comienza a ser curva.

Para el diseño estructural se supone un módulo de elasticidad constante en función de la resistencia a la compresión del concreto.

En la práctica, el módulo de elasticidad del concreto es una magnitud variable cuyo valor promedio es mayor que aquel obtenido a partir de una fórmula.

El módulo de elasticidad del concreto aumenta al incrementarse la resistencia en compresión y, para un mismo concreto, disminuye al aumentar la tensión de trabajo.

2.2.14.8. Escurrimiento Plástico

Laura (2006). Cuando el concreto está sujeto a una carga constante, la deformación producida por dicha carga puede ser dividida en dos partes: la deformación elástica, la cual ocurre inmediatamente y desaparece totalmente en cuanto se remueve la carga, y el escurrimiento plástico el cual se desarrolla gradualmente.

El escurrimiento plástico puede, por lo tanto, ser definido como el alargamiento o acortamiento que sufre una estructura de concreto como consecuencia de una sollicitación uniforme y constante de tracción o compresión respectivamente.

Bajo carga continua el escurrimiento plástico continúa indefinidamente. Sin embargo, tiende continuamente a disminuir aproximadamente a un valor límite. Si la carga es continua, el monto del escurrimiento plástico final deberá ser, para concreto normal, de una a tres veces el monto de la deformación elástica inicial y, en general, alrededor del 50% del flujo final ocurre durante los tres primeros meses de aplicada la carga.

La magnitud del escurrimiento plástico depende de la resistencia del concreto en el instante en que comienza a actuar la sollicitación permanente; depende también de la constitución petrográfica de los

agregados; de la forma y tiempo de curado y de la intensidad del esfuerzo.

2.2.14.9. Dilatación Térmica

Laura (2006). Sabemos que las propiedades térmicas del concreto son importantes en relación con el mantenimiento en valores mínimos de los cambios de volumen.

La conductividad térmica es la medida de la velocidad con la cual el calor es transmitido a través de un concreto de área y espesor unitario cuando hay una diferencia unitaria de temperatura entre las dos caras.

La conductividad térmica es utilizada, en conexión con el calor específico y la densidad en la determinación de un coeficiente denominado “difusividad”, el cual es un índice de la facilidad con la cual el concreto soporta los cambios de temperatura.

2.2.15. Información Necesaria para el Diseño

Rivva (2007). En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto es necesario conocer, además de las propiedades que se requieran y del empleo que se va a dar al concreto, las características geográficas y ambientales de la zona en la cual va ser utilizado e información básica sobre las propiedades de los materiales integrantes del mismo.

En este sentido y como cuestión fundamental, la selección de las proporciones de la mezcla deberá basarse en la información obtenida de los resultados de los ensayos de laboratorio de los materiales a ser utilizados. La información más útil para un adecuado diseño de la mezcla es la siguiente:

Cemento. En el caso del cemento es importante conocer:

- Tipo y marca del cemento seleccionado.
- Peso específico del cemento.
- Peso especificado del material puzolánico, si se trata de un cemento combinado.
- Superficie específica del cemento. Igualmente, la de los materiales puzolánicos si ellos son empleados.

Agua. En el caso del agua, si se emplea aguas no potables:

- Análisis químico del agua.
- Efecto del agua sobre el tiempo de fraguado, calor de hidratación, y resistencias mecánicas; del concreto.

Agregados. En el caso de los agregados es importante conocer:

- Perfil y textura superficial.
- Análisis granulométrico.
- Peso específico de masa.
- Peso unitario suelto y compactado.
- Porcentaje de absorción y contenido de humedad
- Pérdida por abrasión, si el agregado va a ser empleado en concreto para pavimentos.
- Presencia de materia orgánica.

Aditivos. Si se emplea aditivos en la mezcla es importante conocer:

- Tipo y marca del aditivo.
- Fecha de vencimiento.
- Efecto sobre las propiedades del concreto.
- Recomendaciones de empleo proporcionadas por el fabricante.

CEMENTOS PERUANOS

Marca	Tipo	Peso específico	Superficie específica (cm ² /gr)
Sol	1	3,11	3500
Atlas	IP	2,97	5000
Andino	1	3,12	3300
Andino	II	3,17	3300
Andino	V	3,15	3300
Pacasmayo	1	3,11	3100
Yura	IP	3,05	3600
Yura	IPM	3,09	3500
Rumi	IPM		3800

Tabla 01. Propiedades de los cementos peruanos.

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.

2.2.16. Secuencia de Diseño

Rivva (2007). Los siguientes pasos se consideran fundamentales, en el proceso de selección de las proporciones de la mezcla, para alcanzar las propiedades deseadas en el concreto. Ellos deben efectuarse independiente del procedimiento de diseño seleccionado.

1. Estudiar cuidadosamente los requisitos indicados en los planos y en las especificaciones de obra.
2. Seleccionar la resistencia promedio requerida para obtener en obra la resistencia de diseño especificada por el proyectista. En esta etapa se deberá tener en cuenta la desviación estándar y el coeficiente de variación de la compañía constructora, así como el grado de control que se ha de ejercer en obra.
3. Seleccionar, en función de las características del elemento estructural y del sistema de colocación del concreto, el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
4. Elegir la consistencia de la mezcla y expresarla en función del asentamiento de la misma. Se tendrá en consideración, entre

otros factores la trabajabilidad deseada, las características de los elementos estructurales y las facilidades de colocación y compactación del concreto.

5. Determinar el volumen de agua de mezclado por unidad de volumen del concreto, considerando el tamaño máximo nominal del agregado grueso, la consistencia deseada y la presencia de aire, incorporado o atrapado, en la mezcla.
6. Determinar el porcentaje de aire atrapado o el de aire total, según se trate de concretos normales o de concretos en los que, por razones de durabilidad, se ha incorporado aire, mediante el empleo de un aditivo.
7. Seleccionar la relación agua-cemento requerida para obtener la resistencia deseada en el elemento estructural. Se tendrá en consideración la resistencia promedio seleccionada y la presencia o ausencia de aire incorporado.
8. Seleccionar la relación agua-cemento requerida por condición de durabilidad. Se tendrá en consideración los diferentes agentes externos e internos que podrían atentar contra la vida de la estructura.
9. Seleccionar la menor de las relaciones agua-cemento elegidas por resistencia y durabilidad, garantizando con ello que se obtendrá en la estructura la resistencia en compresión necesaria y la durabilidad requerida.
10. Determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto, en función del volumen unitario de agua y de la relación agua-cemento seleccionada
11. Determinar las proporciones relativas de los agregados fino y grueso. La selección de la cantidad de cada uno de ellos en la unidad cúbica de concreto está condicionada al procedimiento de diseño seleccionado.
12. Determinar, empleando el método de diseño seleccionado, las proporciones de la mezcla, considerando que el agregado

está en estado seco y que el volumen unitario de agua no ha sido corregido por humedad del agregado.

13. Corregir dichas proporciones en función del porcentaje de absorción y el contenido de humedad de los agregados finos y grueso.
14. Ajustar las proporciones seleccionadas de acuerdo a los resultados de los ensayos de la mezcla realizados en el laboratorio.
15. Ajustar las proporciones finales de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados bajo condiciones de obra.

2.2.17. Selección de la Resistencia Promedio

Rivva (2007). f'_c : Resistencia en compresión especificada del concreto, utilizada por el ingeniero calculista e indicada en los planos y especificaciones de obra. Se expresa en kg/cm^2 . f'_{cr} : Resistencia en compresión promedio requerida, utilizada para la selección de las proporciones de los materiales que intervienen en la unidad cúbica de concreto.

Las mezclas de concreto deben diseñarse para una resistencia promedio cuyo valor es siempre superior al de la resistencia de diseño especificada por el ingeniero proyectista.

La diferencia entre ambas resistencias está dada y se determina en función del grado de control de la uniformidad y de la calidad del concreto realizado por el contratista y la inspección.

El grado de control en la calidad y uniformidad del concreto, el cual ha de definir la resistencia promedio con la cual se han de seleccionar las proporciones de la mezcla, está sujeto a:

- a. Variaciones en la calidad de los materiales.
- b. Variaciones en el proceso de puesta en obra.
- c. Variaciones en el control de calidad.

La experiencia del constructor; su capacidad para producir un concreto con las propiedades deseadas; su habilidad para lograr una adecuada selección de los materiales; y su capacidad para planificar correctamente las diversas etapas del trabajo y producir un concreto con las propiedades deseadas, se expresan numéricamente en el coeficiente de variación y en la desviación estándar propios de la compañía, V_1 y s_1 .

La experiencia de laboratorio, o de la entidad, encargada del control de calidad del concreto; incluida la toma de muestras representativas de este, así como la correcta ejecución de los ensayos al estado fresco y endurecido, se expresan numéricamente en términos del coeficiente de variación y en la desviación estándar propios del laboratorio, V_2 y s_2 .

El coeficiente de variación de las muestras de ensayo tomadas en obra y utilizadas en el control de la resistencia a la compresión del concreto, recoge los coeficientes de variación propios de la compañía constructora y del laboratorio encargado del control y los relaciona por la ecuación 01:

$$V = \sqrt{(V_1^2 + V_2^2)} \quad \text{Ecuación 01}$$

Los valores que relacionan el grado de control de calidad con el coeficiente de variación "V" están dados en la Tabla 02.

COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y GRADOS DE CONTROL

- Obtenible únicamente en ensayos de laboratorio.....5%
- Excelente en obra.....10% a 12%
- Bueno.....15%
- Regular.....18%
- Inferior.....20%
- Malo.....25%

Tabla 02. Coeficiente de variación y grados de control.

Fuente: Diseño de Mezclas. Rivva Lopez (2007).

Si la compañía constructora tiene un registro de sus resultados de ensayos de obras realizadas durante los últimos doce meses, el cual está basado en por lo menos 30 resultados de ensayos consecutivos de resistencia en compresión, o en dos grupos de resultados de ensayos que totalizan por lo menos 30 y se hayan efectuado en dicho período, deberá calcularse la desviación estándar de estos resultados.

La desviación estándar se calculará a partir de los resultados con que se cuenta, aplicando la siguiente ecuación:

$$s = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{Ecuación 02}$$

- s Desviación estándar.
- n Número de ensayos de la serie.
- X_1, X_2, \dots, X_n Resultados de resistencia de muestras de ensayo individuales.
- \bar{X} Promedio de todos los ensayos individuales de una serie.

Si se utiliza dos resultados de muestras de ensayo para totalizar por lo menos 30, la desviación estándar a ser empleada en el cálculo de la resistencia promedio, deberá ser el promedio estadístico de los valores calculados para cada grupo de ensayos. Para determinarla se utilizará la siguiente ecuación:

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad \text{Ecuación 03}$$

- \bar{s} Promedio estadístico de las desviaciones estándar, cuando se utiliza dos registros de ensayo para calcular la desviación estándar, en kg/cm².
- s_1, s_2 Desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2 respectivamente, en kg/cm².
- n_1, n_2 Número de ensayos en cada grupo, respectivamente.

Si la compañía constructora no cuenta con un registro de resultados de muestras de ensayo que cumpla con los requisitos, pero si se tiene un registro de resultados de ensayo basado en 15 a 29 pruebas consecutivas, se deberá determinar la desviación estándar de estas y luego multiplicarla por el factor de corrección indicado en la Tabla 03, obteniéndose así la desviación estándar a ser utilizada en el cálculo de la resistencia promedio.

Este procedimiento da un valor más conservador para la resistencia promedio. El valor de la Tabla 03 se basa en la distribución muestral de la desviación estándar y proporciona protección contra la posibilidad de que el menor número de muestras, de una desviación estándar que se aparte significativamente del valor que debería ser empleado.

FACTOR DE CORRECCIÓN

Ensayos	Factor de corrección
menos de 15	Usar Tabla 05
15	1,16
20	1,03
25	1,03
30	1,00

Tabla 03. Factor de corrección.

Fuente: Diseño de Mezclas. Rivva Lopez (2007).

La resistencia a la comprensión promedio requerida, la cual ha de emplearse como base para la selección de las proporciones de la mezcla

de concreto, deberá ser el mayor de los valores obtenidos a partir de la solución de las Ecuaciones 04 y 05.

$$f'_{cr} = f'_c + 1,34s \quad \text{Ecuación 04}$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2,33s - 35 \quad \text{Ecuación 05}$$

Igualmente, la resistencia promedio puede obtenerse directamente a partir de los valores de la Tabla 04, entrando en la misma con el valor de la desviación estándar y de la resistencia de diseño especificada. Esta Tabla ha sido calculada a partir de las Ecuaciones 04 y 05.

RESISTENCIA A LA COMPRESION PROMEDIO I

f _c kg/cm ²	s (kg/cm ²).								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	f _{cr} (kg/cm ²)								
140	155	160	170	175	180	185	200	210	220
175	190	195	205	210	215	220	235	245	255
210	225	230	240	245	250	255	270	280	290
245	260	265	275	280	285	290	305	315	325
280	295	300	310	315	320	325	340	350	360
350	365	370	380	385	390	395	410	420	430

Tabla 04. Resistencia a la compresión promedio I.

Fuente: Diseño de Mezclas. Rivva Lopez (2007).

La Ecuación 04 da una probabilidad de 1 en 100 de que el promedio de tres resultados de ensayos esté por debajo de la resistencia de diseño especificada. La Ecuación 05 da una probabilidad similar de que los resultados individuales de ensayos estén 35 kg/cm² por debajo de la resistencia de diseño especificada.

Ambas ecuaciones asumen que la desviación estándar empleada corresponde a un número muy grande de resultados de ensayos. Por ello es deseable el empleo de una desviación estándar calculada a partir de un registro de resultados de 100 o más ensayos. Sin embargo, como ello

usualmente no es posible se estima un valor no menor de 30 resultados lo cual dará una probabilidad de falla algo mayor de 1 en 100.

Desde un punto de vista práctico no se considera necesario el refinamiento adicional que exigiría una probabilidad de 1 en 100, dado que la incertidumbre inherente al asumir las posibles condiciones que han operado cuando los resultados de los registros de ensayos se fueron acumulando es similar a las condiciones imperantes cuando el concreto es producido.

Cuando no se cuente con un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de la desviación estándar de acuerdo a lo indicado anteriormente, la resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la Tabla 05.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO II

f'_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
sobre 350	$f'_c + 98$

Tabla 05. Resistencia a la compresión promedio II.

Fuente: Diseño de Mezclas. Rivva Lopez (2007).

Los métodos expuestos anteriormente corresponden al American Concrete Institute. El Comité Europeo del Concreto ha desarrollado, igualmente, una ecuación general para la determinación de la resistencia promedio.

Dicha ecuación se basa en el coeficiente de variación “V” y en el coeficiente “t”, el cual es función del número de resultados máximo que se espera sea inferior a la resistencia de diseño especificada, así como el número de muestras empleadas para calcular el coeficiente de

variación. La Tabla 06 da los valores del coeficiente ‘t’. La ecuación propuesta por el Comité Europeo del Concreto es la siguiente:

$$f'_{cr} = \frac{f'_c}{1-t \times V} \quad \text{Ecuación 06}$$

VALORES DE “t”

Número de muestras menos 1	Posibilidades de caer debajo del límite inferior.		
	1 en 5	1 en 10	1 en 20
1	1,376	3,078	6,314
2	1,161	1,886	2,920
3	0,978	1,638	2,353
4	0,941	1,533	2,132
5	0,520	1,476	2,015
6	0,906	1,440	1,943
7	0,896	1,415	1,895
8	0,889	1,397	1,860
9	0,883	1,383	1,838
10	0,879	1,372	1,812
15	0,866	1,341	1,753
20	0,860	1,325	1,725
25	0,856	1,316	1,708
30	0,854	1,310	1,697
+30	0,842	1,282	1,645

Tabla 06. Valores de “t”.

Fuente: Diseño de Mezclas. Rivva Lopez (2007).

2.2.18. Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado

La Norma ITINTEC 400.037 define al “Tamaño Máximo” como aquel que “corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso”.

La Norma ITINTEC 400.037 define al “Tamaño Máximo Nominal” como a aquel que “corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido”.

La Tabla 07 presenta las curvas granulométricas que corresponden a tamaños máximos nominales comprendidos entre 2" y 3/8". Esta tabla corresponde a la clasificación de la Norma ASTM C 33.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasan por las siguientes mallas							
	2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	N° 4	N° 8
2"	95-100	...	35-70	...	10-30	...	0,5	...
1 ½"	100	95-100	...	35-70	...	10-30	0,5	...
1"	...	100	95-100	...	25-60	...	0,10	0,5
¾"	...	...	100	90-100	...	20-55	0,10	0,5
½"	...	...	...	100	90-100	40-70	0,15	0,5
3/8"	...	...	...	...	100	85-100	10-30	0,10

Tabla 07. Curvas granulométricas.

Fuente: Diseño de Mezclas. Rivva Lopez (2007).

Rivva (2007). En la selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso, el Ingeniero deberá tener en consideración que el concreto deberá ser colocado sin dificultad en los encofrados y que, en todas sus áreas, especialmente esquinas y ángulos, espacio entre barras, ductos y elementos embebidos, secciones altamente reforzadas, y paredes de encofrados, no deberán quedar espacios vacíos ni cangrejas.

En general, en la medida que el porcentaje de vacíos tienda a disminuir conforme aumente el tamaño máximo nominal de un agregado bien graduado, los requisitos de mortero de la unidad de volumen del concreto serán menores al incrementarse aquel.

Las normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que pueda ser económicamente disponible, siempre que él sea compatible con las dimensiones y características de la estructura. Se considera que, en

ningún caso, el tamaño máximo nominal del agregado grueso deberá exceder de los siguientes valores:

- a. Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados.
- b. Un tercio del peralte, de las losas.
- c. Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo; paquetes de barras; tendones o ductos de preesfuerzos.

Las limitaciones anteriores pueden ser obviadas si, a criterio de la Inspección, la trabajabilidad de la mezcla y los procedimientos de colocación de la misma tienen características tales que el concreto puede ser acomodado en los encofrados sin peligro de cangrejeras o vacíos.

Cuando se deben seleccionar las proporciones de concretos cuya resistencia en compresión de diseño especificada sea igual o mayor de 350 kg/m^3 , podrá obtenerse mejores resultados utilizando agregados de tamaño máximo nominal menor, los cuales permiten obtener resistencias más altas para una relación agua cemento dada.

2.2.19. Selección del Asentamiento

Rivva (2007). La consistencia es aquella propiedad del concreto no endurecido que define el grado de humedad de la mezcla. De acuerdo a su consistencia, las mezclas de concreto se clasifican en:

- a. Mezclas secas; aquellas cuyo asentamiento está entre cero y dos pulgadas (0 mm a 50 mm).
- b. Mezclas plásticas; aquellas cuyo asentamiento está entre tres y cuatro pulgadas (75 mm a 100 mm).
- c. Mezclas fluidas; aquellas cuyo asentamiento está entre cinco o más pulgadas (mayor de 125 mm).

Existen diferentes métodos de laboratorio para determinar la consistencia de las mezclas de concreto. De todos ellos se considera que el ensayo de determinación del asentamiento, medido con el Cono de Abrams, es aquel que da una mejor idea de las características de la mezcla de concreto bajo condiciones de obra.

La determinación del asentamiento de las mezclas de concreto, empleando el método del Cono de Abrams, se efectuará siguiendo las recomendaciones de la Norma ITINTEC 39.035 o ASTM C 143.

El asentamiento a emplearse en obra deberá ser aquel indicado en las especificaciones.

Si las especificaciones de obra no indican el asentamiento que debe tener el concreto, se seguirá algunos de los criterios siguientes:

- a. El concreto se dosificará para una consistencia plástica, con un asentamiento entre tres y cuatro pulgadas (75 mm a 100 mm) si la consolidación es por vibración y de cinco pulgadas o menor (125 mm o menos) si la compactación es por varillado.
- b. Se seleccionará el valor más conveniente empleando la Tabla 08, preparada por el Comité 211 del ACI. Los rangos indicados en esta Tabla corresponden a concretos consolidados por vibración. Deberá emplearse mezclas de la mayor consistencia compatible con una adecuada colocación.

ASENTAMIENTOS

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
▪ Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
▪ Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
▪ Vigas y muros armados	4"	1"
▪ Columnas de edificios	4"	1"
▪ Losas y pavimentos	3"	1"
▪ Concreto ciclópeo	2"	1"

Tabla 08. Asentamientos.

Fuente: Diseño de Mezclas. Rivva Lopez (2007).

El asentamiento puede incrementarse en 1 si se emplea un método de consolidación diferente a la vibración.

2.2.20. Selección del Volumen de Agua

Rivva (2007). La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora, por unidad cúbica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está al estado seco.

No presentándose generalmente el agregado al estado seco, la cantidad de agua seleccionada deberá posteriormente ser corregida en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad del agregado.

El volumen unitario de agua, a partir del cual y conociendo la relación agua-cemento efectiva, es posible calcular el factor cemento, es función fundamentalmente de las características físicas del agregado, de la consistencia seleccionada, y del contenido de aire de la mezcla.

La Tabla 09 ha sido preparado en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI. Ella permite seleccionar el volumen unitario de agua,

para agregados al estado seco, en concretos preparados con y sin aire incorporado; teniendo como factores a ser considerados la consistencia que se desea para la mezcla y el tamaño máximo nominal del agregado grueso seleccionado.

Dependiendo de la textura y perfil del agregado grueso, los requisitos de agua dados en la Tabla 09 pueden ser algo más altos o más bajos que los valores necesarios, pero son suficientemente seguros para una primera estimación.

Tales diferencias en la demanda de agua no se reflejan necesariamente en la resistencia desde que otros factores compensantes pueden estar involucrados. Así, por ejemplo, un agregado grueso angular y otro redondeado, ambos con granulometría adecuada y similar y ambos de buena calidad, puede esperarse que produzcan concretos de la misma resistencia en compresión para el mismo factor cemento, independientemente de las diferencias de la relación agua-cemento resultantes de los diferentes requisitos de agua de mezclado. El perfil de las partículas, por sí mismo, no es un indicador de que un agregado está sobre o bajo el promedio en su capacidad de producir resistencia.

La Tabla 10 ha sido preparada, en su oportunidad, por el Departamento de Concreto del Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Esta tabla permite calcular el volumen unitario de agua, tomando en consideración, además de la consistencia y el tamaño máximo nominal del agregado, el perfil del mismo. Los valores de las tablas corresponden a mezclas sin aire incorporado y deben ser ajustados en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad de los agregados fino y grueso.

Los valores de ambas tablas pueden ser empleadas con seguridad en la estimación preliminar de las proporciones de la mezcla. En aquellos en que el agregado posee características que obligan a un aumento en el volumen de agua, deberá aumentarse igualmente el contenido de cemento a fin de mantener invariable la relación agua-cemento, excepto si los resultados de los ensayos de resistencia realizados con mezclas de prueba preparadas en el laboratorio indican que tal incremento no es necesario.

Si el agregado posee características tales que permiten el empleo de cantidades de agua menores que las indicadas en las tablas, se recomienda no modificar el contenido de cemento, excepto si los resultados de los ensayos de resistencia realizados bajo condiciones de obra indican que ello es posible.

Es importante recordar que existe diferencia entre los conceptos de relación agua-cemento y volumen unitario de agua. El primero de ellos trata de fijar la cantidad de agua a ser añadida a la mezcla por saco de cemento para obtener una resistencia determinada. El segundo concepto se refiere a la cantidad de agua de la mezcla por unidad cúbica del concreto.

Manteniéndose otras condiciones comparables, la cantidad de agua de la mezcla se reduce conforme al tamaño máximo del agregado se incrementa. Igualmente, las texturas rugosas y los perfiles angulares requieren más agua que las texturas suaves o los perfiles redondos.

La incorporación intencional de aire al concreto tiene un efecto lubricante y, al mejorar la consistencia y aumentar la plasticidad, permite una reducción en el agua de mezclado, para obtener un asentamiento determinado, tal como se aprecia en la Tabla 09.

La magnitud de la reducción en el agua de la mezcla depende del volumen de aire incorporado y de la riqueza de la mezcla. La magnitud de la reducción puede estimarse por tablas, por cálculo, o por conocimiento de la relación agua-cemento recomendable cuando se trabaja con concretos en los que se ha incorporado aire.

Los valores indicados en la Tabla 09 son los máximos a ser utilizados cuando se emplea agregado grueso angular razonablemente bien perfilado y graduado dentro de los límites propuestos por especificaciones aceptadas (ASTM C33 o ITINTEC 400.037). El agregado grueso redondeado generalmente requiere, 18 lt menos para concretos sin aire incorporado y 15 lt menos para concretos con aire incorporado.

El empleo de aditivos químicos reductores de agua, los cuales cumplen con los requisitos de la Norma ASTM C494, puede igualmente reducir el agua de mezclado en porcentajes del orden del 5% o más. El volumen del aditivo líquido debe ser incluido como una parte del volumen total del agua de mezclado.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA I

Asentamiento	Agua, en lt/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	½"	3/4"	1"	1 ½"	2"	3"	6"
	Concretos sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
	Concretos con aire incorporado							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

Tabla 09. Volumen unitario de agua I.

Fuente: Comité 211. ACI.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA II

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m ³ , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

Los valores de la Tabla 10 corresponden a concretos sin aire incorporado

Tabla 10. Volumen unitario de agua II.

Fuente: Departamento de Concreto del Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

2.2.21. Selección del Contenido de Aire

2.2.21.1. Selección del Contenido de Aire Atrapado

Rivva (2007). La Tabla 11 da el porcentaje aproximado de aire atrapado, en mezclas sin aire incorporado, para diferentes tamaños máximos nominales de agregado grueso adecuadamente graduado dentro de los requisitos del Norma ITINTEC 400.037 o ASTM C 33.

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3,0%
1/2"	2,5%
3/4"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

Tabla 11. Contenido de aire atrapado.

Fuente: Comité 211. ACI.

2.2.21.2. Selección del Contenido de Aire Incorporado

Rivva (2007). Si es necesario o se desea trabajar con aire incorporado, la Tabla 12 da tres niveles de aire total, los cuales dependen de los propósitos de empleo del aire incorporado y de la severidad de las condiciones del clima.

La Tabla 12 admite una tolerancia del 1.5%. La determinación del contenido total de aire podrá efectuarse de acuerdo a los requisitos de las Normas ASTM C231, C173, o C138.

En la Tabla 12 se aprecia que el contenido de aire total se presenta en tres condiciones de exposición:

- a. La condición de exposición suave corresponde a aquellos casos en los que el aire incorporado se emplea por razones ajenas a la durabilidad, tales como incremento en la trabajabilidad o cohesividad o cuando se emplea en concretos de bajo factor cemento para incrementar la resistencia por disminución del agua de mezclado. La exposición suave incluye servicios en climas en los que el concreto no ha de estar expuesto a congelación.

- b. La exposición moderada se aplica a climas en los que puede esperarse procesos de congelación, pero en los que el concreto no ha de estar expuesto continuamente a humedad o agua libre antes de la congelación y, además, no estará expuesto a agentes descongelantes u otros elementos agresivos químicos. Pueden considerarse como ejemplos de esta condición las vigas exteriores, columnas, muros, pórticos, o losas, los cuales no están en contacto con suelo húmedo y tienen una ubicación tal que no recibirán aplicación directa de sales descongelantes.
- c. El criterio de exposición severa se aplica a concretos que han de estar expuestos a la acción de agentes químicos agresivos y descongelantes; o en aquellos casos en los que el concreto puede estar altamente saturado por contacto continuo con humedad o agua libre antes de la congelación. En este último caso no deberá reducirse el porcentaje de aire incorporado únicamente por mantener la resistencia final.

Recomendaciones adicionales para, contenido de aire incorporado y total, así como para tolerancias necesarias en el contenido de aire para control en obra están dadas en diversos códigos ACI, entre ellos los 201, 345, 318, 301 y 302. La Norma ASTM C94, para concretos premezclados, también da límites para el contenido de aire.

Los requisitos indicados en otras especificaciones pueden no siempre concordar con los valores indicados, por lo que en la selección de las proporciones del concreto deberá darse consideración a escoger un contenido de aire que cumpla con las necesidades de la obra y los requisitos de las especificaciones.

El empleo de porcentajes normales de aire incorporado en concretos de resistencia en comprensión de diseño especificadas del

orden de 350 kg/cm² o mayores, puede ser no recomendable debido al hecho de cada incremento del 1% en el contenido de aire tiende a bajar la resistencia máxima obtenible por una combinación dada de materiales.

Para estos casos se recomiendan una cuidadosa evaluación de la magnitud de la exposición al agua, la posibilidad de empleo de sales descongelantes, y el posible valor de la temperatura de congelación.

Si un elemento estructural no va estar continuamente humedecido, y tampoco va a estar expuesto a la acción de sales descongelantes, puede ser razonable emplear valores de contenido de aire total menores, tales como aquellos que corresponden a la columna "exposición moderada" de la Tabla 12, aún si el concreto ha de estar expuesto a temperaturas de congelación.

Sin embargo, en aquellos casos en que las condiciones de exposición pueden dar lugar a saturación del elemento antes de la congelación, no deberá reducirse el contenido de aire incorporado únicamente para tener más resistencia.

CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO Y TOTAL

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	Contenido de aire total, en %		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4,5	6,0	7,5
1/2"	4,0	5,5	7,0
3/4"	3,5	5,0	6,0
1"	3,0	4,5	6,0
1 1/2"	2,5	4,5	5,5
2"	2,0	4,0	5,0
3"	1,5	3,5	4,5
6"	1,0	3,0	4,0

El contenido de aire incorporado se determina restando del valor de esta Tabla, el del aire atrapado dado por la Tabla 11.

Tabla 12. Contenido de aire incorporado y total.

Fuente: Comité 211. ACI.

2.2.22. Selección de la Relación Agua-Cemento por Resistencia

Rivva (2007). Desde que la mayoría de las propiedades deseables en el concreto endurecido dependen de la calidad de la pasta, producto final del proceso de hidratación del cemento, se considera que una de las etapas fundamentales en la selección de las proporciones de una mezcla de concreto es la elección de la relación agua-cemento más adecuada.

La relación agua-cemento requerida por una mezcla de concreto es función de la resistencia, durabilidad y requisitos de acabado del mismo.

La relación agua-cemento de diseño, que es el valor a ser seleccionado de las tablas, se refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua. La relación agua-cemento efectiva se refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se tiene en consideración la condición real de humedad del agregado.

En aquellos casos en que fuere necesario, se determinará en primer lugar la relación agua-cemento requerida por durabilidad y, a continuación, se procederá a determinar la misma relación en función de la resistencia en compresión promedio que se desea obtener para el concreto. De los dos valores se escogerá el menor.

La selección de la relación agua-cemento por resistencia se hace partiendo del criterio de que esta propiedad es la más fácilmente mensurable y que, dentro de ciertas limitaciones, está regulada por la relación de la cantidad de agua a la cantidad de cemento en la unidad cúbica de mezcla.

Desde que diferentes agregados y diversos tipos y marcas de cemento generalmente producen diferentes resistencias para la misma relación agua-cemento, se considera que en la selección de la relación agua-cemento por resistencia un criterio adecuado es establecer la interrelación entre la resistencia y la relación agua-cemento mediante ensayos de laboratorio en los que se utilice los materiales a ser empleados en obra y con ellos se preparen mezclas de prueba para todas las posibles variantes que pudieran presentarse.

Con estos resultados se desarrolla curvas que relacionan la relación agua-cemento con la resistencia, para condiciones dadas de trabajabilidad y consistencia.

En aquellos casos en que la durabilidad del concreto no es un factor determinante y no se dispone de la información indicada anteriormente, la relación agua-cemento por resistencia puede ser seleccionada a partir de los valores indicados en la Tablas 13, 14, 15 y 16.

La Tabla 13 es una adaptación confeccionada por el Comité 211 del ACI. Esta tabla da las relaciones agua-cemento en peso máximas permisibles para diferentes valores de la resistencia promedio, ya sea que se trate de concretos sin o con aire incorporado.

Esta tabla da valores aproximados y relativamente conservadores para concretos con cemento Portland normal Tipo I. Para materiales que cumplen con las Normas ASTM C33 o ITINTEC 400.037, las relaciones agua-cemento de esta tabla deberían permitir obtener las resistencias indicadas, las cuales corresponden a probetas ensayadas a los 28 días de vaciadas después de ser curadas bajo condiciones estándar de laboratorio.

El análisis de la Tabla 13 permite apreciar que las resistencias para concretos con aire incorporado, en una relación agua-cemento dada,

están en el orden del 20% menos que las del correspondiente concreto sin aire incorporado. Se considera que esta reducción es lo suficientemente segura para propósitos de estimación de proporciones si se considera que las diferencias entre el contenido de aire recomendado para concretos con aire incorporado y el porcentaje de aire que se presenta en concretos sin aditivo incorporador de aire, son aproximadamente las mismas para diferentes tamaños de agregado.

Al diseñar la mezcla, se deberá tener presente que la reducción en la resistencia a la que se ha hecho referencia, puede aplicarse únicamente cuando la relación agua-cemento es la misma en cada caso. Si el contenido de cemento y la consistencia son mantenidos constantes, la aparente reducción en la resistencia es parcial o totalmente compensada por la reducción en los requisitos de agua de mezclado debido a la incorporación de aire.

RELACIÓN AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA I

f'cr (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0,80	0,71
200	0,70	0,61
250	0,62	0,53
300	0,55	0,46
350	0,48	0,40
400	0,43	...
450	0,38	...

Tabla 13. Relación agua-cemento por resistencia I.

Fuente: Comité 211. ACI.

La Tabla 14 ha sido confeccionada por un grupo de investigadores de la National Ready Mixed Concrete Association. Ella relaciona la resistencia en compresión promedio con el tamaño máximo nominal de agregado grueso de perfil angular y adecuadamente distribuido por

tamaños, dentro de las recomendaciones de la Norma ASTM C33 o ITINTEC 400.037.

Los valores indicados en esta tabla corresponden a concretos sin aire incorporado. Para concretos con él, la relación agua-cemento requerida deberá estimarse sobre la base de la necesidad de incrementar la resistencia promedio para compensar por una reducción del 5% de resistencia por cada 1% de aire incorporado.

Las relaciones de esta tabla corresponden a estimados conservadores de resistencias promedio a ser obtenidas empleando cemento Portland normal y agregados que cumplan con los requisitos de la Norma. Estas relaciones deberán ser corregidas de acuerdo a las características de los materiales a ser empleados en una obra dada.

Las resistencias corresponden a valores obtenidos en probetas cilíndricas estándar, ensayadas a los 28 días siguiendo las recomendaciones de la Norma C31 del ASTM.

RELACION AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA II

f'cr (28 días)	Estimación de la relación agua-cemento en peso para agregado grueso de tamaño máximo nominal indicado.		
	3/8"	3/4"	1 1/2"
140	0,87	0,85	0,80
175	0,79	0,76	0,71
210	0,72	0,69	0,64
245	0,66	0,62	0,58
280	0,61	0,58	0,53
315	0,57	0,53	0,49
350	0,53	0,49	0,45

Tabla 14. Relación agua-cemento por resistencia II.

Fuente: National Ready Mixed Concrete Association.

La Tabla 15 fue confeccionada por Staton Walker en la Universidad de Maryland. Ella da las relaciones agua-cemento de diseño que

permiten obtener una resistencia promedio determinada cuando se emplea diversos porcentajes de aire total.

Además de permitir seleccionar la relación agua cemento de diseño para una resistencia determinada, esta tabla es muy útil en aquellos casos en que se desea corregir las proporciones de mezclas ya diseñadas y a las cuales se les está incorporando aire.

RELACION AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA III

f'cr (28 días)	Relación: agua-cemento para diversos contenidos de aire total.			
	2%	4%	6%	8%
140	0,76	0,71	0,67	0,60
175	0,67	0,62	0,58	0,51
210	0,60	0,55	0,51	0,45
245	0,53	0,49	0,45	0,37
280	0,49	0,45	0,40	0,33
315	0,45	0,40	0,36	0,29
350	0,40	....	....	....

Tabla 15. Relación agua-cemento por resistencia III.

Fuente: Stanton Walker. Universidad de Maryland.

La Tabla 16 es una adaptación de la confeccionada por el Bureau of Reclamation de los Estados Unidos, y relaciona la relación agua-cemento de diseño, expresada en peso, con la probable resistencia a la compresión a los 28 días y la cantidad en kilos de cemento de Portland Tipo I, por m³ de concreto, que se estima necesarios para alcanzar dicha resistencia.

Los valores de la tabla han sido estimados para concretos con y sin aire incorporado y ellos están limitados a mezclas cuyo agregado grueso tenga un tamaño máximo nominal hasta de 1 ½".

RELACION AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA IV

Relación agua-cemento	Concreto sin Aire incorporado		Concreto con Aire incorporado	
	f'c	Cemento kg/m ³	f'c	Cemento kg/m ³
0,40	385	414	315	361
0,45	350	365	280	325
0,50	305	329	250	287
0,55	280	298	230	276
0,60	240	265	195	240
0,65	215	250	182	228
0,70	180	234	150	213
0,75	170	223	140	191

Tabla 16. Relación agua-cemento por resistencia IV.

Fuente: Bureau of Reclamation. Estados Unidos.

Cuando se emplea material puzolánico en el concreto, deberá considerarse una relación en peso del agua a la suma del cemento más puzolana, en lugar de la tradicional relación agua-cemento en peso.

Para dicha determinación usualmente se emplean dos aproximaciones en la determinación de la relación $W/(C + P)$, la cual debe ser considerada equivalente a la relación W/C de una mezcla que solo contiene cemento Portland. Dichas aproximaciones son:

- a. Peso equivalente de materiales cementantes.
- b. Volumen absoluto equivalente de materiales cementantes en la mezcla.

Para la primera aproximación, la del peso equivalente, el peso total del material cementante permanece el mismo, esto es: $W/(C+P) = W/C$, pero el volumen absoluto total de cemento más puzolana será ligeramente mayor.

Para la segunda aproximación se deberá calcular una relación $W/(C+P)$ en peso, manteniendo la misma relación en volumen absoluto,

lo cual deberá reducir el peso del material cementante en la unidad cúbica de concreto, dado que el peso específico de la puzolana es normalmente menor que el del cemento.

2.2.23. Selección de la Relación Agua-Cemento por Durabilidad

Rivva (2007). Es importante que el diseñador considere, además de los de resistencia en compresión, los requisitos de durabilidad antes de proceder a seleccionar las proporciones finales de la mezcla de concreto y el espesor del recubrimiento del acero de refuerzo.

El diseñador de la mezcla debe tener en consideración que por razones de exposición del concreto a procesos de congelación y deshielo; a la acción de suelos o aguas sulfatadas; o para prevenir procesos de corrosión en el acero de refuerzo, puede ser necesario recomendar relaciones agua-cemento de diseño con valores máximos en peso de 0,4, 0,45 o 0,5, las cuales generalmente son equivalentes a resistencias en compresión de diseño de 335, 315 o 280 kg/cm², valores que podrían ser mayores que aquellos requeridos únicamente por razones de resistencia.

Teniendo en consideración lo indicado, así como que usualmente es difícil de determinar con seguridad la relación agua-cemento de diseño del concreto durante la producción del mismo, aquella que especifique el Ingeniero Estructural deberá ser razonablemente consistente con la relación agua-cemento de diseño requerida por durabilidad, por lo que, en aquellos casos que deba seleccionarse la relación agua-cemento por resistencia y durabilidad, se utilizará en la selección de las proporciones de la mezcla el menor de los dos valores, aun cuando con ello se obtengan resistencias en compresión mayores que la resistencia promedio seleccionada. Los resultados así obtenidos no deberán conducir a interpretaciones equívocas sobre la selección de las

proporciones, calidad de los concretos, o procesos de producción o control de los mismos.

Aquí no se incluyen recomendaciones para condiciones de exposición especialmente severas, tales como ácidos o altas temperaturas; y tampoco está referido a consideraciones estéticas tales como acabados superficiales. Estos puntos deberán ser cubiertos en las especificaciones del proyecto.

2.2.23.1. Exposición a Congelación y Deshielo

Rivva (2007). Los concretos de peso normal y los concretos livianos, expuestos en cualquier época de su vida a procesos de congelación y deshielo o a la acción de sales descongelantes, deberán tener aire incorporado, con los contenidos de aire total, como suma de aire atrapado más aire incorporado, indicados en la Tabla 12. La tolerancia en el contenido de aire al momento de la entrega del concreto en el punto de colocación deberá ser de más o menos 1.5%.

Para resistencias a la compresión especificadas mayores de 350 kg/cm², los contenidos totales de aire indicados en la Tabla 12 podrían reducirse en 1%. Esta autorización tiene como base el que en este nivel de resistencia los concretos tienen una relación agua-cemento baja y, si han sido adecuadamente curados, se presenta alto contenido de gel y baja porosidad capilar, todo lo cual favorece una mejor resistencia a los procesos de congelación.

Los valores de la Tabla 12, contemplan los casos de exposición severa y moderada, dependiendo del grado de exposición a la humedad o a sales descongelantes y estableciendo para cada uno de ellos el contenido de aire total.

Debe considerarse como ejemplos de exposición severa a los pavimentos, losas de puentes, bordillos, playas de estacionamiento, tanques de agua, canales, y estructuras hidráulicas.

El concreto que deberá estar, en cualquier etapa de su vida, sometido a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda; que deba tener baja permeabilidad al agua; o que va a estar expuestos a sales descongelantes, aguas salobres, agua de mar, rocío o neblina de estas fuentes; o a la acción de aguas cloacales, deberá tener la relación agua-cemento de diseño máxima y cumplir con los otros requisitos indicados en la Tabla 17.

En el caso de los concretos livianos, se especifica en la Tabla 17 un nivel mínimo de resistencia en compresión en lugar de una relación agua-cemento debido a que la absorción de los agregados livianos es siempre incierta, haciendo prácticamente muy difícil el cálculo de la relación agua-cemento. Para este tipo de concretos se estima que un nivel mínimo de resistencia deberá garantizar el empleo de una pasta de alta calidad.

Se recomienda que el contenido mínimo de cemento en mezclas de concreto expuestos a procesos de congelamiento y deshielo, o a la acción de sales descongelantes, no sea menor de 340 kg/m³; debiendo el cemento cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C150 o ASTM C595, o las correspondientes ITINTEC.

Cuando se utiliza cementos que cumplen con los requisitos de las Normas ASTM C618 o ASTM 989, la relación agua-cemento indicada en las Tablas 17 o 18 deberá ser calculada empleando el peso del cemento.

CONDICIONES ESPECIALES DE EXPOSICIÓN

Condiciones de exposición	Relación w/c máxima, en concretos con agregado de peso normal	Resistencia en compresión mínima en concretos con agregado liviano
Concretos de baja permeabilidad		
a) Expuesto a agua dulce	0,50	260
b) Expuesto a agua de mar o aguas solubles	0,45	
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales	0,45	
Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda		
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas	0,45	300
b) Otros elementos	0,50	
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de estas aguas	0,40	325
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm	0,45	300

Tabla 17. Condiciones especiales de exposición.

Fuente: Comité 211. ACI.

2.2.23.2. Exposición al Ataque de Sulfatos

Rivva (2007). Los sulfatos de sodio, calcio y magnesio, presentes en los suelos, aguas freáticas y agua de mar, son causa de ataque al concreto al reaccionar con el aluminato tricálcico y la cal libre presentes en los concretos de cemento Portland.

Se sabe que cuando el concreto está en presencia de sulfatos, se forma sulfoaluminato de calcio, por reacción química con los aluminatos, en presencia de la cal libre y la humedad, desarrollándose un gel expansivo con gran aumento de volumen, lo que origina en el concreto expansión, agrietamiento y destrucción.

Lo expuesto permite llegar a una primera e importante conclusión: cuanto menor es el contenido de aluminato tricálcico en el cemento mejor será la resistencia del concreto al ataque por sulfato.

El concreto que va estar expuesto a soluciones o suelos que contienen sulfatos, deberá cumplir con los requisitos indicados en la

Tabla 18; ser preparado con un cemento que proporcione resistencia a los sulfatos; y ser empleado, en concretos con una relación agua-cemento máxima, indicada en la mencionada tabla.

En la selección del cemento por razones de resistencia a los sulfatos, la principal consideración es su contenido de C3A. Para exposiciones moderadas, el cemento Portland ASTM Tipo II está limitado a un contenido máximo de C3A.

Los cementos combinados que cumplen con la Norma ASTM C595 y han sido preparados con un clinker de cemento Portland con menos del 8% de C3A son adecuados para empleo en exposiciones moderadas a la acción de los sulfatos. Los tipos de cemento que se venden en el mercado peruano, adecuados a la Norma ASTM C595, son el IP y el IPM.

Para condiciones de exposición severa al ataque de sulfatos, el cemento Tipo V de la clasificación ASTM C150, con un contenido máximo de 5% de C3A, es el recomendado.

En determinadas condiciones, el contenido de C3A de otros tipos de cemento disponible, tales como el Tipo III o el Tipo I, puede ser menor del 8% o el 5%, y por lo tanto pueden ser empleados en exposiciones moderadas o severas a la acción de los sulfatos.

Los cementos resistentes a los sulfatos no necesariamente incrementan la resistencia a algunas soluciones químicas agresivas, tales como el nitrato de amonio. Las especificaciones técnicas del proyecto deberán cubrir todos los casos especiales.

El empleo de cenizas de buena calidad (ASTM C618-CLASE F) ha demostrado capacidad para mejorar la resistencia del concreto a los sulfatos. Cementos del Tipo IP preparados con puzolanas del

Grupo F; así como cementos Portland con un contenido mayor de 8% de C3A pueden proporcionar resistencia a los sulfatos en caso de exposición moderada. En el caso de estos últimos la adición de cenizas es necesaria.

Investigaciones en este campo indican la posibilidad de que otros tipos de cementos, con contenidos de C3A por encima del 10%, puedan ser empleados si la relación agua-cemento de diseño máxima es reducida a 0,4.

No deberá emplearse cloruro de calcio como aditivo en concretos expuestos a soluciones que contienen sulfatos en condición severa o muy severa, tal como ellas son definidas en la Tabla 18.

CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua, presente en el suelo como SO ₄ % en peso	Sulfato en agua, como SO ₄ ppm	Cemento Tipo	Relación w/c máxima, en peso, en concretos con agregado de peso normal
Despreciable	0,00 - 0,10	0-150	-	-
Moderada	0,10 - 0,20	150-1500	II – IP – IPM	0,50
Severa	0,20 - 2,00	1500 - 10000	V	0,45
Muy Severa	sobre 2,00	sobre 10000	V + puzolana	0,45

Se clasifica al agua de mar como “exposición moderada a los sulfatos” aunque ella contiene generalmente más de 1500 ppm de SO₄.

Tabla 18. Concreto expuesto a soluciones de sulfatos.

Fuente: Comité 211. ACI.

2.2.23.3. Corrosión al Acero de Refuerzo

Rivva (2007). Para obtener protección contra la corrosión, la máxima concentración de ion cloruro soluble en agua, presente en el concreto endurecido a las edades de 28 y 42 días, aportada por todos los ingredientes incluyendo el agua, agregados, materiales

cementantes y aditivos, no deberá exceder los límites indicados en la Tabla 19.

El empleo de agua de mar puede llevar a concentraciones de cloruros por encima de los límites dados en la Tabla 19.

Cuando los agregados tengan alto contenido de cloruros, deberán ser lavados antes de su utilización.

Puede obtenerse una evaluación inicial del contenido de ion cloruro soluble en agua ensayando los ingredientes individuales del concreto para determinar el contenido total de ion cloruro. Si el contenido total, calculado sobre la base de las proporciones del concreto, excede al permitido en la Tabla 19 puede ser necesario ensayar muestras del concreto endurecido para determinar el contenido de ion cloruro soluble en agua. Los ensayos; se realizarán siguiendo el procedimiento indicado en la Norma ASSHTO T260.

En la interpretación de los resultados deberá tenerse presente que algunos del total de iones cloruro presentes en los ingredientes deberán ser ya sea insolubles o capaces de reaccionar con el cemento durante la hidratación, y por lo tanto serán insolubles bajo el procedimiento de ensayo descrito.

Los límites de la Tabla 19 son de aplicación a los cloruros aportados por los ingredientes del concreto, y no a aquellos provenientes del medio ambiente que lo rodea.

Los límites de ion cloruro indicados en la Tabla 19 difieren de aquellos recomendados en el Norma ACI 201 "Guide to Durable Concrete" y los recomendados en el Norma ACI 222 "Corrosión of Metals in Concrete" y corresponden al Norma ACI 318 "Building Code Requirements for Reinforced Concrete".

En la Tabla 19 se ha incluido un límite del 1% en el control total de cloruros solubles en el caso del concreto armado que estará seco en servicio. Igualmente se incluye límites de 0,15% y 0,30% para concreto armado el cual deberá estar expuesto a la acción de cloruro o deberá estar húmedo en servicio respectivamente.

Las diferencias dependen principalmente de que la Norma ACI 222 recomienda límites en peso del cemento basados en ensayos de cloruros solubles en ácidos y no en ensayos de cloruros solubles en agua, que es el tipo de ensayo requerido por estas recomendaciones.

Cuando se emplea epoxi o zinc como materiales de revestimiento del acero de refuerzo, los límites de la Tabla 19 pueden ser más restrictivos de lo necesario. Queda a criterio del Ingeniero Estructural el modificar los límites o proponer porcentajes menores.

Cuando el concreto armado este expuesto a sales descongelantes, aguas salobres, agua de mar, o rocío o neblina de estas fuentes, deberán satisfacerse los requisitos de la Tabla 17, así como los de recubrimiento mínimo del acero indicados en la Norma E060.

Cuando el concreto ha de estar expuesto a la acción externa de cloruros, puede ser necesario incrementar el recubrimiento indicado en la Norma E060 o proporcionar un revestimiento de epoxi al acero de refuerzo.

El ingeniero Estructural deberá siempre evaluar las condiciones que puedan presentarse en o cerca al mar y el efecto que las mismas podrían tener sobre el conjunto estructural.

CONTENIDO MAXIMO DE ION CLORURO

ELEMENTO	Máximo ion cloruro soluble en el agua en el concreto, expresado como % en peso del cemento
<ul style="list-style-type: none">• Concreto pretensado• Concreta armado expuesto a la acción de cloruros• Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida• Otras construcciones de concreto armado	<ul style="list-style-type: none">• 0,06• 0,15• 1,00• 0.30

Tabla 19. Contenido máximo de ion cloruro.

Fuente: Comité 211. ACI.

2.2.24. Selección Final y Ajuste de la Relación Agua-Cemento

Rivva (2007). Conocidas las relaciones agua-cemento por resistencia en compresión y por durabilidad de la mezcla de concreto, se elegirá, para el cálculo de las proporciones de la mezcla, el menor de los dos valores, lo cual garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones.

La relación agua-cemento de diseño finalmente seleccionada deberá ser corregida a relación agua-cemento efectiva teniendo en consideración la condición de humedad del agregado en obra.

Si se emplea aditivos en solución, el agua de la solución deberá ser considerada como el agua de la mezcla, a fin de no alterar la relación agua-cemento de diseño especificada.

La relación agua-cemento de diseño elegida será cuidadosamente controlada en obra, dentro de un límite de tolerancia de más o menos 0,02.

Si como el resultado de la elección de las relaciones agua-cemento por resistencia y durabilidad se, eligiese esta última y ello diera como resultado resistencias en compresión mayores que las requeridas por el

Ingeniero Estructural, se mantendrá la relación agua-cemento elegida y no se realizarán ajustes en la mezcla por el exceso de resistencia.

2.2.25. Cálculo de la Proporción de Cemento

Rivva (2007). Conocidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen del concreto y la relación agua-cemento seleccionada, se puede determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto mediante el simple expediente de dividir el volumen unitario de agua, expresado en litros por metro cúbico, entre la relación agua-cemento, obteniéndose el número de kilos de cemento de la unidad cúbica de concreto.

Si las especificaciones de obra indican el contenido mínimo de cemento, además de aquel que puede haber sido seleccionado a partir de los requisitos de durabilidad o resistencia, deberá elegirse aquel de los criterios que de él mayor contenido de cemento.

El empleo de aditivos químicos o de materiales puzolánicos deberá modificar las propiedades del concreto. La reducción del contenido de cemento por el empleo de estos productos no es recomendable, y si ella se produjese deberá contarse con la aprobación del Ingeniero Estructural y la Inspección, previa garantía escrita por parte del Constructor de que se han de obtener las propiedades deseadas.

Es recomendable que la determinación final del contenido de cemento en una mezcla se base en pruebas realizadas bajo condiciones de obra, debiendo garantizarse por el Constructor que se han de obtener todas las propiedades deseadas en el concreto.

2.2.26. Selección del Agregado

Rivva (2007). La selección de las proporciones de los agregados fino y grueso en la unidad cubica de concreto tiene por finalidad obtener una mezcla en la que, con un mínimo contenido de pasta, se puedan obtener las propiedades deseadas en el concreto.

Para ello es deseable que la granulometría total de las partículas del agregado sea tal que el volumen de vacíos, o espacios entre partículas, sea mínimo.

La experiencia ha demostrado que la granulometría ideal no existe, en la práctica uno de los problemas fundamentales del diseño de mezclas es determinar aquella combinación de agregados fino y grueso que requiera el mínimo de pasta y al mismo tiempo permita obtener las propiedades deseadas.

Desde el punto de vista de las propiedades del concreto al estado fresco, se sabe que, dentro de determinados límites, cuanto menor es la proporción de partículas finas más pobres pueden ser las mezclas necesarias para obtener una trabajabilidad determinada en una relación agua-cemento dada.

Pero, igualmente se sabe que cuanto menor es la proporción de partículas finas menor es la consistencia de la mezcla y mayor la posibilidad de segregación del agregado grueso; mayor la tendencia a dificultades durante el proceso de compactación; y mayor la posibilidad de exudación después de que la mezcla ha sido compactada.

No existe una granulometría total que sea la más adecuada para todas las condiciones de obra, dado que la tendencia del concreto a segregar varía con las características de la mezcla. Por ello, la elección de las proporciones relativas de agregado fino y grueso que intervienen

en la unidad cúbica de concreto, es fundamentalmente la elección de una proporción adecuada de agregado fino que garantice a la mezcla una cohesividad adecuada y una compactación total en los encofrados.

En la selección de las proporciones de los agregados fino y grueso interviene de manera fundamental la experiencia del diseñador de la mezcla, la misma que se complementa con la ayuda de tablas y gráficos.

La granulometría total del agregado, establecida por las proporciones relativas de fino a grueso, puede estar gobernada igualmente por el grado de control de calidad ejercido por el Contratista y la Inspección de obra. Si la calidad del concreto no va a estar adecuadamente controlada, es evidente que será necesario incrementar la proporción de las partículas más finas para tener un margen adecuado de protección contra los peligros de una mezcla poca arenosa.

Los conceptos anteriores, no deben llevar a pensar que la selección de la proporción más adecuada de los agregados fino y grueso es un proceso difícil que exige amplio criterio y experiencia. Sin desconocer la importancia de estos, la selección no es tan crítica si se sigue los pasos establecidos por cada método de diseño.

En efecto, cada uno de ellos plantea un procedimiento para la elección del porcentaje de los agregados fino y grueso y, en cualquier caso, las proporciones finales de estos, deberán basarse en el comportamiento del concreto cuando se preparan las mezclas de prueba bajo condiciones de obra.

La selección de los porcentajes relativos de los agregados fino y grueso, en relación al volumen absoluto total de agregado, puede hacerse ya sea determinando el porcentaje del agregado grueso y por diferencia el porcentaje de agregado fino correspondiente, tal como lo señala el Método del Comité 211 del ACI; o determinando el porcentaje

de agregado fino y por diferencia el del agregado grueso, tal como lo indican los métodos de Walker y del Módulo de Fineza de la combinación de agregados.

2.2.27. Selección de la Proporción de Agregado Grueso

El comité 211 del ACI parte del criterio que agregados gruesos de tamaño máximo nominal y granulometría esencialmente similares, deberán permitir obtener concretos de trabajabilidad satisfactoria cuando un determinado volumen de agregado grueso, en condiciones de seco y compactado, es empleado por unidad de volumen del concreto.

La Tabla 20, elaborada por el comité 211 del ACI es función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. Ella permite obtener un coeficiente b/b_0 resultante de la división del peso seco de agregado grueso requerido por la unidad cúbica de concreto entre el peso unitario seco y varillado del agregado grueso, expresado en kg/m^3 .

Multiplicando el coeficiente b/b_0 , obtenido en la Tabla 20, por el peso unitario seco varillado del agregado grueso, se obtiene, de acuerdo al método ACI, la cantidad, de agregado grueso seco y compactado que debe emplearse en la mezcla.

Un examen detenido de la Tabla 20 permite apreciar que, independientemente de la resistencia deseada o de la riqueza de la mezcla, para igual trabajabilidad la cantidad de agregado grueso en un volumen unitario de concreto se hace depender únicamente del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino, y se mantiene constante para contenidos de cemento y valores de resistencia en compresión diferentes.

El hecho mencionado es uno de los principales cuestionamientos a esta tabla, dado que resulta difícil aceptar una misma cantidad de agregado grueso para diversas resistencias y riqueza de la mezcla.

Los especialistas consideran que la Tabla 20 es limitativa dado que, cuando se emplean agregados de granulometría, tamaño y perfil comparables, puede esperarse concretos de similar trabajabilidad, pero cuando se trata de diferentes tipos de agregados, especialmente aquellos que difieren en perfil, el empleo de un porcentaje fijo de agregado grueso da inmediatamente lugar a diferencias, en los requisitos de mortero, originadas principalmente por el contenido de vacíos del agregado grueso.

Se considera que dentro de este caso están los agregados de perfil angular, los cuales tienen un más alto contenido de vacíos y por lo tanto requieren un porcentaje de mortero mayor que el agregado redondeado.

Se considera igualmente que la Tabla 20 es limitativa en el sentido que no refleja las variaciones de la granulometría del agregado grueso, dentro de los límites de diferentes tamaños máximos, excepto en las formas que ellas se reflejan en el porcentaje de vacíos.

En relación con estas observaciones, el Comité 211 del ACI sostiene que las diferencias en la cantidad de mortero requerida por trabajabilidad cuando se emplean diferentes agregados, debido a variaciones en el perfil de agregado y en su granulometría, se compensan automáticamente por diferencia en el contenido de vacíos del material seco y compactado.

Para concretos más trabajables, los cuales pueden ser requeridos para la colocación por bombeo o cuando el concreto debe ser trabajado en zonas de gran congestión de acero de refuerzo, puede ser

recomendable reducir en un 10% el contenido de agregado grueso estimado empleando la Tabla 20.

En este caso, sin embargo, deberá tomarse precauciones para garantizar el asentamiento, resistencia y relación agua-cemento, a fin de que ellos sean concordantes con las recomendaciones dadas anteriormente y se cumpla, además, con los requisitos de las especificaciones del proyecto.

Finalmente, si se emplea la Tabla 20, el diseñador deberá tener en consideración la facilidad en el diseño de la mezcla, contra los inconvenientes a los que se ha hecho referencia.

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino.			
	2,40	2,60	2,80	3,00
3/8"	0,50	0,48	0,46	0,44
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,60
1"	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2"	0,76	0,74	0,72	0,70
2"	0,78	0,76	0,74	0,72
3"	0,81	0,79	0,77	0,75
6"	0,87	0,85	0,83	0,81

Tabla 20. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.
Fuente: Comité 211. ACI.

2.2.28. Selección de la Proporción de Agregado Fino

Rivva (2007). Los estudios realizados permiten estimar que puede ser necesario el empleo de una mayor proporción de agregado fino en la mezcla en los siguientes casos:

- a. Cuando la mezcla necesita ser más cohesiva para controlar la posibilidad de segregación que podría originarse por transporte inadecuado del concreto o por malos procedimientos de colocación.
- b. Cuando el concreto ha de ser bombeado o colocado bajo agua.
- c. Cuando la sección a ser vaciada es pequeña en relación al tamaño máximo nominal del agregado.
- d. Cuando la sección a ser vaciada tiene muchas esquinas, la mayoría de las cuales no son redondeadas.
- e. Cuando la sección a ser vaciada es altamente reforzada.
- f. Cuando existe la posibilidad de que, por razones de orden constructivo, el concreto o la porción de mortero del mismo, pueda escapar a través de los dispositivos de descarga o de las juntas presentes en el encofrado.

En relación con el agregado mismo, se ha determinado que se requiere una mayor proporción de agregado fino para obtener un determinado grado de cohesividad, en los siguientes casos:

- a. Las partículas del agregado grueso son angulares, laminadas o elongadas.
- b. Las partículas de agregado son de textura rugosa.
- c. El tamaño máximo del agregado es pequeño.
- d. La mezcla debe obtener alta trabajabilidad.
- e. La relación agua-cemento es alta.

En aquellos casos en los que existe dudas respecto a la proporción de agregado fino más adecuada, se considera conveniente emplear la proporción más alta, dado que ella, aunque incrementará ligeramente la riqueza de la mezcla, proporcionará adecuada protección contra la segregación y facilitará la trabajabilidad, evitando una pobre compactación y la aparición de cangrejas.

A través de los años y sucesivas investigaciones, se ha tratado de establecer un porcentaje óptimo de agregado fino en relación al agregado total, considerándose que es aquel que requeriría el mínimo de pasta.

En la actualidad se acepta que no existe un porcentaje de agregado fino que pueda considerarse óptimo para todas las mezclas, dado que las características de la pasta y del agregado grueso son variables en cada caso. En cada diseño particular es necesario buscar la mejor combinación fino-grueso que permita obtener las propiedades deseadas tanto al estado fresco como en el concreto endurecido.

Considerando lo expuesto se acepta que porcentajes de agregado fino del orden del 40% en relación al volumen absoluto total de agregado pueden ser aceptables en mezclas promedio. La experiencia ha determinado que este porcentaje es siempre menor que el requerido para máxima densidad, o sea mínimo de vacíos del agregado mezclado. Esta diferencia entre el porcentaje óptimo, variable para cada caso particular, y el porcentaje de máxima densidad, que puede dar mezclas menos trabajables y más fácilmente segregables, es fundamentalmente resultado de la separación del agregado por la pasta.

El porcentaje a ser sustraído del de máxima densidad, a fin de tratar de obtener el óptimo, raramente es tan alto como el 8%, siendo generalmente del orden del 2% al 5%. En general se recomiendan tomar el 3% como un valor promedio para propósitos de trabajo sin incurrir en

errores de consideración, dado que la variación en el contenido de pasta cerca del porcentaje óptimo de agregado fino es muy pequeña.

La determinación del ensayo de máxima densidad del agregado puede realizarse fácilmente pesando diversas proporciones de agregado fino y grueso mezclados al estado seco y compactado, ploteando una curva y observando el porcentaje de agregado fino para el cual el peso unitario es máximo.

La Tabla 21 ha sido desarrollada por Walker y adaptada al sistema métrico por el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería. Ella permite determinar el porcentaje aproximado de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado, en función del módulo de fineza del agregado fino, el tamaño máximo nominal del agregado grueso, el perfil del mismo, y el contenido de cemento de unidad cúbica de concreto.

Los valores de esta tabla corresponden a agregado grueso redondeado o angular utilizado en concretos de peso normal en los cuales no se emplea aire incorporado. Estos valores se refieren a agregado fino cuya granulometría está dentro de los límites establecidos por la Norma C33 del ASTM. Se considera que los porcentajes de agregado fino indicados en la tabla permitirán obtener la cantidad de mortero necesaria para conseguir un adecuado grado de trabajabilidad, con el margen adecuado para prevenir variaciones en las condiciones de trabajo o en las características del agregado.

El método del Comité 211 del ACI determina el volumen absoluto de agregado fino por diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso seco.

El volumen absoluto, o volumen desplazado por los diferentes ingredientes de la unidad cúbica de concreto, conocido también como volumen de sólidos, es igual al peso con que entra dicho material en la unidad cúbica de concreto dividido entre su peso sólido, definido este último como el producto del peso específico del material por el peso unitario del agua.

El Comité 211 propone un método alternativo para determinar la cantidad de agregado fino en la unidad cúbica de concreto. Indica que, si por experiencia puede asumirse o estimarse el peso de la unidad cúbica de concreto, el peso del agregado fino requerido sería simplemente la diferencia entre el peso por metro cúbico del concreto fresco y el peso total de los otros ingredientes.

Indica el Comité 211 del ACI que usualmente se conoce el peso unitario del concreto con bastante seguridad, en base a experiencias previas con los materiales a ser utilizados. Igualmente señala que, en ausencia de tal información, la Tabla 22 podría ser empleada para un primer estimado.

En relación con dicha tabla, indica el Comité 211 del ACI que aún en aquellos casos en los que la estimación del peso por metro cúbico del concreto es aproximada, las proporciones de la mezcla pueden ser lo suficientemente aproximadas como para permitir un rápido y fácil ajuste sobre la base de los resultados de las mezclas de ensayos.

Las investigaciones realizadas en la Universidad de Maryland han permitido establecer que la combinación de los agregados fino y grueso, cuando estos tienen granulometría comprendidas dentro de los valores de la Norma ASTM C33, debe producir un concreto trabajable, en condiciones ordinarias, si el módulo de fineza de la combinación de agregados se aproxima a los valores indicados en la Tabla 23.

Los investigadores plantean dos ecuaciones:

$$m = r_r \cdot m_r + r_g \cdot m_g \quad \text{Ecuación 07}$$

$$r_r = \frac{m_g - m}{m_g - m_r} * 100 \quad \text{Ecuación 08}$$

m	Módulo de fineza de la combinación de agregados, tomado de la Tabla 23, en función del factor cemento de la mezcla y del tamaño máximo nominal de agregado grueso.
m_r	Módulo de fineza del agregado fino.
m_g	Módulo de fineza del agregado grueso.
r_r	Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total del agregado.
r_g	Porcentaje de agregado grueso en relación al volumen absoluto total de agregado.

La proporción de agregado fino, de módulo de fineza conocido, necesaria para, de acuerdo a la riqueza de la mezcla, obtener un módulo de fineza determinado en la combinación de agregados puede ser calculada a partir de la Ecuación 08. El valor obtenido, multiplicado por el volumen absoluto del agregado nos da el volumen absoluto de agregado fino, el cual multiplicado por el peso sólido del agregado fino nos da la cantidad de agregado fino seco que entra en la unidad cúbica de concreto. Un procedimiento similar nos permite calcular la cantidad de agregado grueso seco.

PORCENTAJE DE AGREGADO FINO

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Agregado Redondeado				Agregado Angular			
	Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico				Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico			
	5	6	7	6	5	6	7	8
Agregado Fino - Módulo de Fineza de 2,3 a 2,4								
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2"	49	46	43	40	57	54	51	48
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1"	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2"	36	33	31	29	43	40	38	36
Agregado Fino - Módulo de Fineza de 2,6 a 2,7								
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1/2"	40	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
Agregado Fino - Módulo de Fineza de 3,0 a 3,1								
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46
1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42

Tabla 21. Porcentaje de agregado fino.

Fuente: Stanton Walker.

PRIMERA ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO FRESCO

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Primera estimación del peso del concreto, kg/m ³ .	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
3/8"	2280	2200
1/2"	2310	2230
3/4"	2345	2275
1"	2380	2290
1 1/2"	2410	2350
2"	2445	2395
3"	2490	2405
6"	2530	2435

Los valores han sido calculados para concretos de riqueza media (330 kg/ m³) y asentamientos que corresponden a consistencias plásticas. Se ha considerado agregados que cumplen con la granulometría de la Norma ASTM C33 y tienen un peso específico promedio de 2.7.

Si se desea, la estimación del peso puede ser corregida como sigue: por cada cinco lts de diferencia en el agua en relación con la Tabla 09, para valores del asentamiento de 3" a 4", corregir el peso por m³ en 8 kg en la dirección opuesta; por cada 20 kg de diferencia en el contenido de cemento corregir el peso por m³ en 3 kg en la misma dirección; por cada 0,1 de variación en el peso específico del agregado, en relación a 2,7, corregir 70 kg en la misma dirección.

Tabla 22. Primera estimación del peso del concreto fresco.

Fuente: Comité 211. ACI.

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que tía las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/metro cúbico indicados			
	6	7	8	9
3/8"	3,96	4,04	4,11	4,19
1/2"	4,46	4,54	4,61	4,69
3/4"	4,96	5,04	5,11	5,19
1"	5,26	5,34	5,41	5,49
1 1/2"	5,56	5,64	5,71	5,79
2"	5,86	5,94	6,01	6,09
3"	6,16	6,24	6,31	6,39

Los valores de la tabla están referidos a agregado grueso de perfil angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores indicados deben incrementarse o disminuirse en 0,1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.

Los valores de la tabla pueden dar mezclas ligeramente sobrearenosas para pavimentos o estructuras ciclópeas. Para condiciones de colocación favorables pueden ser incrementados en 0,2.

Tabla 23. Módulo de fineza de la combinación de agregados.

Fuente: Comité 211. ACI.

2.2.29. Correcciones por Absorción y Contenido de Humedad del Agregado

Rivva (2007). Las cantidades de agregado que deben ser pesadas para preparar el concreto deberán considerar la humedad de aquel. Generalmente en obra los agregados están en condición húmeda y su peso seco deberá incrementarse en el porcentaje de agua que ellos contienen, tanto la absorbida como la superficial.

El agua de mezclado incorporada a la mezcladora deberá ser algebraicamente reducida en un volumen igual a la humedad superficial

o humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal al contenido de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción.

El agregado, desde el punto de vista de la humedad, puede estar en obra en cuatro condiciones:

- a. Seco, cuando su superficie como sus poros internos están totalmente libres de agua. Esta es una condición teórica, para la cual se calcula los contenidos de agregado fino y grueso antes de corregir la mezcla por humedad del agregado.
- b. Semiseco, cuando la superficie del agregado está seca, pero sus poros internos están parcialmente llenos de agua. Esta condición es también conocida como secado al aire. Ella siempre es menor que la absorción del agregado.
- c. Saturado superficialmente seco, cuando la superficie del agregado está seca, pero la totalidad de sus poros internos están llenos de agua. Se considera la condición ideal del agregado, porque en ella ni aporta ni toma agua de la mezcla.
- d. Húmedo o mojado, cuando el agregado está saturado superficialmente seco y adicionalmente presenta humedad superficial, la cual puede contribuir a incrementar el agua de mezclado y obliga a una corrección en la mezcla por humedad del agregado.

Los conceptos de absorción, contenido de humedad y humedad superficial deben ser igualmente definidos:

- a. La capacidad de absorción de un agregado, está dada por la cantidad de agua que él necesita para pasar del estado seco al estado saturado superficialmente seco. Normalmente se expresa en porcentaje.

$$\% \text{ Absorción} = 100(SSS - S)/S \quad \text{Ecuación 09}$$

SSS Peso del agregado al estado saturado superficialmente seco.
S Peso del agregado al estado seco.

- b. El contenido de humedad de un agregado es la cantidad total de agua que él tiene y se determina por la diferencia entre su peso y su peso seco.

$$\text{Contenido de Humedad} = 100(H - S)/S \quad \text{Ecuación 10}$$

H Peso del agregado.
S Peso del agregado al estado seco.

- c. La humedad superficial está dada por la diferencia entre el contenido de humedad y el porcentaje de absorción. Puede ser positiva, en cuyo caso el agregado aporta agua a la mezcla y dicha cantidad debe ser disminuida del agua de diseño para determinar el agua efectiva, o puede ser negativa, en cuyo caso el agregado tomará agua de la mezcla para llegar al estado de saturado superficialmente seco, debiendo adicionarse dicha cantidad de agua a la mezcla para no modificar el agua de diseño.

En la corrección de las proporciones de la mezcla por condición de humedad del agregado pueden presentarse tres casos: (a) que ambos agregados aporten agua a la mezcla; (b) que uno de los agregados aporte agua y el otro quite agua a la mezcla; y (c) que ambos agregados disminuyan el agua de la mezcla.

2.2.30. Método del Comité 211 del ACI

Rivva (2007). El Comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual, basándose en algunas de las tablas presentadas anteriormente, permite obtener

valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica de concreto.

El procedimiento para la selección de las proporciones que se presenta, es aplicable a concretos de peso normal y a las condiciones que para cada una de las tablas se indican en ellas.

Aunque los mismos datos básicos y procedimientos pueden ser empleados en el diseño de concretos pesados y concretos ciclópeos, estos necesitan cierta información complementaria.

Es usual que las características de obra establezcan limitaciones a quien tiene la responsabilidad de diseñar la mezcla. Entre dichas limitaciones pueden estar:

- Relación agua-cemento máxima.
- Contenido mínimo de cemento.
- Contenido máximo de aire.
- Asentamiento.
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Resistencia en compresión mínima.
- Requisitos especiales relacionados con la resistencia promedio, el empleo de aditivos, o la utilización de tipos especiales de cemento o agregados.

La estimación de las cantidades de materiales requeridas para preparar una unidad cúbica de concreto implica una secuencia cuyo cumplimiento permite, en función de las características de los materiales, preparar la mezcla adecuada para el trabajo que se va a efectuar.

Independientemente que las características finales del concreto sean indicadas en las especificaciones o dejadas al criterio del profesional responsable del diseño de la mezcla, las cantidades de

materiales por metro cúbico de concreto pueden ser determinadas, cuando se emplea el Método del Comité 211 del ACI, siguiendo la secuencia que a continuación se indica:

- Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada y la desviación estándar de la compañía constructora.
- Selección del tamaño máximo nominal del agregado.
- Selección del asentamiento.
- Selección de volumen unitario del agua de diseño.
- Selección del contenido de aire.
- Selección de la relación agua-cemento por resistencia y por durabilidad.
- Determinación del factor cemento.
- Determinación del contenido de agregado grueso.
- Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso.
- Determinación del volumen absoluto de agregado fino.
- Determinación del peso seco del agregado fino.
- Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire agregado fino y agregado grueso.
- Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.
- Determinación de la proporción en peso, de diseño y de obra.
- Determinación de los pesos por tanda de un saco.

2.3. Definición de Términos Básicos

1. Desarrollo Iterativo. Es un proceso de desarrollo de software, que consiste en la iteración de varios ciclos de vida en cascada.
2. Desarrollo Incremental. Es un proceso de desarrollo de software, que aplica secuencias lineales de forma escalonada mientras progresa el tiempo en el calendario, cada secuencia lineal produce un incremento del software
3. Requerimiento. Es una necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio.
4. Requerimientos (sistemas). Características que se desea que posea un sistema o un software.
5. Metodologías Ágiles. Son marcos metodológicos de trabajo para el desarrollo de software, que utilizan la filosofía de desarrollo ágil.
6. Calidad. Conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas y explícitas.
7. Parámetro. Elemento o dato importante, desde el que se examina un tema, cuestión o asunto.
8. Estandarizar. Ajustar a alguien o algo a un estándar.
9. Estándar. Elemento que sirve de patrón, modelo o punto de referencia para medir o valorar cosas de la misma especie.
10. Estandarización / Normalización. Proceso que apunta a la creación y la aplicación de normas que son utilizadas a nivel general en un determinado ámbito.
11. Interfaz. Superficie de contacto, se utiliza para nombrar a la conexión funcional entre dos sistemas, programas, dispositivos o componentes de cualquier tipo, que proporciona una comunicación de distintos niveles permitiendo el intercambio de información.
12. Interfaz de Usuario. Medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, equipo, computadora o dispositivo, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo.
13. Interfaz Gráfica de Usuario (GUI). Programa informático que actúa de interfaz de usuario, utilizando un conjunto de imágenes y objetos

gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz.

14. Interfaz Táctil de Usuario (TUI). Interfaz de usuario que permite la comunicación entre un usuario y un dispositivo electrónico mediante el sentido del tacto a través de una pantalla sensible.
15. Fraguado. Proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del concreto producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos con los óxidos metálicos presentes en el clínker que compone el cemento.
16. Clínker. Principal componente del cemento Portland, se forma tras calcinar caliza y arcilla a una temperatura entre 1350 y 1450 °C.
17. Puzolanas. Materiales silíceos o alumino-silíceos a partir de los cuales se producía históricamente el cemento, la definición amplia de puzolana no se ocupa del origen del material, solo de su capacidad de reaccionar con hidróxido de calcio y agua.
18. Ceniza. Producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles, como sales minerales. Parte queda como residuo en forma de polvo depositado en el lugar donde se ha quemado el combustible y parte puede ser expulsada al aire como parte del humo.
19. Escorias de Alto Horno. Subproducto de la fundición de la mena para purificar los metales. Se pueden considerar como una mezcla de óxidos metálicos; sin embargo, pueden contener sulfuros de metal y átomos de metal en forma de elemento. Este tipo de escoria reacciona con el agua para producir propiedades cementosas.
20. Obra (construcción). Lugar donde se realiza una actividad consistente tanto en la construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, como en la realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo.
21. Plano (construcción). Representación gráfica o esquemática, y a una cierta escala de una construcción, terreno, población, máquina, planta, edificio, etc.

22. Especificaciones de Obra. Documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en algún trabajo de construcción, también definen el tipo, calidad y requerimientos de los materiales y equipos que forman parte de cada rubro de construcción
23. Diseñador (concreto). Profesional encargado del proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, para la elaboración de una mezcla de concreto.
24. Ingeniero Estructural. Profesional encargado del diseño y cálculo de la parte estructural en elementos y sistemas estructurales tales como edificios, puentes, muros, presas, túneles y otras obras civiles.
25. Ingeniero Proyectista. Profesional encargado de desarrollar proyectos de obras de ingeniería en sus diversas áreas, ya sea estructural, hidráulica, eléctrica, electrónica, etc.
26. Ingeniero Constructor. Profesional encargado de dirigir, administrar, ejecutar y controlar todo tipo de proyectos de construcción.
27. Conglomerante. Material capaz de unir fragmentos de uno o varios materiales y dar cohesión al conjunto, mediante transformaciones químicas en su masa, que originan nuevos compuestos. Los conglomerantes son utilizados como medio de unión, formando pastas llamadas morteros o argamasas.
28. Tamizado. Método físico para separar dos sólidos formados por partículas de tamaño diferente. Consiste en pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz, criba o colador. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz o colador atravesándolo y las de mayor tamaño quedan retenidas por el mismo.
29. Tamiz. Utensilio que se usa para separar las partes finas de las gruesas de algunas cosas y que está formado por una tela metálica o rejilla tupida que está sujeta a un aro, también es conocido por cedazo o criba. En general, un tamiz es simplemente una malla de filamentos que se entrecruzan dejando unos huecos cuadrados. Es importante que estos cuadrados tengan el mismo tamaño, ya que éste determinará el

tamaño de lo que va a atravesar el hueco, también conocido como "luz de malla".

30. Módulo de Fineza. Parámetro que da una idea del grosor o finura del agregado, se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar y dividiendo la suma entre 100.
31. Cantera. Explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridos.
32. Vaciado. Procedimiento que consiste en fabricar un objeto llenando un molde con un metal derretido u otra sustancia blanda.
33. Curado (concreto). Proceso con el cual se mantienen una temperatura y un contenido de humedad adecuados, durante los primeros días después del vaciado, para que se puedan desarrollar en él las propiedades de resistencia y durabilidad.
34. Aditivos Retardantes. Aditivos que producen un cierto retraso en el tiempo de fraguado del cemento.
35. Aditivos Acelerantes. Aditivos que producen una cierta aceleración en el tiempo de fraguado del cemento.
36. Consolidación / Consolidado. Proceso de compactación del concreto fresco, para moldearlo dentro del encofrado, alrededor de los insertos y del acero de refuerzo, para evitar la concentración de piedras, agujeros y aire atrapado excesivo.
37. Segregación. Separación de los componentes del concreto una vez mezclado, provocando que la mezcla de concreto fresco presente una distribución de sus partículas no uniforme.
38. Cohesividad. Propiedad gracias a la cual es posible controlar la posibilidad de segregación durante la etapa de manejo de la mezcla, al mismo tiempo que contribuye a prevenir la aspereza de la misma, y facilitar su manejo durante el proceso de compactación del concreto.
39. Compactación. Densificación o aumento de la densidad de un material por remoción de aire, lo que requiere de energía mecánica.
40. Compactación del Concreto. Operación por medio de la cual se trata de densificar la masa del concreto, todavía blanda, reduciendo a un mínimo la cantidad de vacíos.

41. **Fluidez.** Característica de los líquidos o gases que les confiere la habilidad de poder pasar por cualquier orificio o agujero por más pequeño que sea, siempre que esté a un mismo o inferior nivel del recipiente en el que se encuentren.
42. **Plasticidad.** Comportamiento mecánico característico de ciertos materiales anelásticos consistente en la capacidad de deformarse permanente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su rango elástico, es decir, por encima de su límite elástico.
43. **Estructura.** Conjunto de elementos, unidos, ensamblados o conectados entre sí, que tienen la función de recibir cargas, soportar esfuerzos y transmitir esas cargas al suelo, garantizando así la función estático-resistente de la construcción.
44. **Asentamiento (suelos).** Deformación vertical en la superficie de un terreno proveniente de la aplicación de cargas o debido al peso propio de las capas.
45. **Sección Tronco Cónica.** Cuerpo engendrado por la rotación de un trapecio rectángulo al usar como eje de giro el lado perpendicular a las bases.
46. **Esfuerzo.** Magnitud vectorial que mide la razón de cambio de momento lineal entre dos partículas o sistemas de partículas.
47. **Esfuerzo de Compresión.** Resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.
48. **Densidad.** Magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia.
49. **Fisuración.** Fenómeno físico que aparece en elementos estructurales de concreto consistente en la aparición de micro fisuras de unas pocas décimas de milímetro.
50. **Hidratación.** Reacción química en la que se produce la incorporación de agua a un compuesto.

51. Grieta. Abertura larga y estrecha producto de la separación de dos materiales.
52. Agrietamiento. Aparición o formación de grietas en una superficie.
53. Elasticidad. Propiedad mecánica de ciertos materiales de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran sujetos a la acción de fuerzas exteriores y de recuperar la forma original si estas fuerzas exteriores se eliminan.
54. Deformación. Cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica.
55. Módulo de Elasticidad. Parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza.
56. Sollicitación. Designa algún tipo de acción o fenómeno externo que afecta a una estructura y necesita ser tenido en cuenta en los cálculos estructurales. Usualmente el término se aplica a fuerzas exteriores, esfuerzos internos, desplazamientos y deformaciones.
57. Tracción. Esfuerzo interno al que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.
58. Compresión. Proceso físico o mecánico que consiste en someter a un cuerpo a la acción de dos fuerzas opuestas para que disminuya su volumen.
59. Petrografía. Rama de la geología que se ocupa del estudio e investigación de las rocas, en especial en cuanto respecta a su aspecto descriptivo, su composición mineralógica y su estructura, especialmente a escala microscópica.
60. Constitución Petrográfica. Define y clasifica los materiales pétreos de los cuales proviene o se encuentran presentes en un determinado suelo o agregado.
61. Propiedades Térmicas. Propiedades que determinan el comportamiento de los materiales frente al calor. Son conductividad térmica, fusibilidad, soldabilidad y dilatación.

62. Conductividad Térmica. Propiedad de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor. En otras palabras, es la capacidad de una sustancia de transferir la energía cinética de sus moléculas a otras adyacentes o a sustancias con las que está en contacto.
63. Dilatación Térmica. Aumento de longitud, volumen o alguna otra dimensión métrica que sufre un cuerpo físico debido al aumento de temperatura que provoca cualquier medio.
64. Peso Específico. Relación entre el peso de una sustancia y su volumen.
65. Peso Específico del Agua. El peso específico del agua es 1000 kg/m^3 , kg/l , kgf/l , kgf/m^3 , N/m^3 .
66. Superficie Específica. Relación entre el área superficial total y la masa, volumen en bruto o área en la sección transversal de un sólido.
67. Granulometría. Medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.
68. Peso Unitario. Relación entre el peso del agregado que ocupa un volumen patrón unitario y la magnitud de éste, incluyendo el volumen de vacíos propio del agregado.
69. Abrasión. Acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material o tejido.
70. Desviación Estándar. Medida de dispersión para variables de razón e intervalo. Se define como la raíz cuadrada de la varianza.
71. Varianza. Medida de dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media. O en pocas palabras, es la media de los residuos al cuadrado.
72. Coeficiente de Variación. Relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de una variable. Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética.

73. Promedio Estadístico. Valor característico de una serie de datos cuantitativos, se obtiene a partir de la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos.
74. Distribución Muestral. Resultado de considerar todas las muestras posibles que pueden ser tomadas de una población. Su estudio permite calcular la probabilidad que se tiene, dada una sola muestra, de acercarse al parámetro de la población. Mediante la distribución muestral se puede estimar el error para un tamaño de muestra dado.
75. Encofrado. Sistema de moldes temporales o permanentes que se utilizan para dar forma al hormigón u otros materiales similares, antes de fraguar.
76. Cangrejeras (concreto). Espacios vacíos que quedan en el concreto que no fue bien vaciado y aparecen generalmente en vigas, columnas y placas de concreto con armadura de acero.
77. Peralte. Elevación de una armadura por encima de los puntos de apoyo o arranque.
78. Acero de Presfuerzo. Elemento estructural que soporta de forma activa los esfuerzos y momentos de las cargas a las que está sometido.
79. Consistencia (concreto). Medida de la fluidez del concreto.
80. Lubricante. Sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una capa que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.
81. Lubricante. Sustancia que reemplaza la fricción entre dos piezas en movimiento relativo, por la fricción interna de sus moléculas, que es mucho menor.
82. Agua Libre. Agua que es móvil, está disponible para fluir, y no se encuentra ligada a las superficies del concreto.
83. Pasta de Cemento / Lechada de Cemento. Mezcla de cemento y agua.
84. Probeta. Pieza (generalmente de dimensiones normalizadas), constituida por un determinado material, cuyas características se desean estudiar.

85. Acero de Refuerzo. Material utilizado para el refuerzo de estructuras y demás obras que requieran de este elemento, de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos y especificaciones. Absorbe y resiste esfuerzos provocados por cargas y cambios volumétricos por temperatura, y queda dentro de la masa del concreto.
86. Porosidad. Medida de espacios vacíos en un material, la cual es una fracción del volumen de vacíos sobre el volumen total.
87. Permeabilidad. Capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atravesase sin alterar su estructura interna.
88. Cal Libre. Compuesto químico (CaO) que normalmente se encuentra en baja proporción en el clínker.
89. Sulfatos. Sales o ésteres del ácido sulfúrico. Contienen como unidad común un átomo de azufre en el centro de un tetraedro formado por cuatro átomos de oxígeno sulfato.
90. Aluminato Tricálcico (C3A). Compuesto químico ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}$) existente en el clínker de los cementos Portland (de 7% a 15%). Reacciona muy rápidamente con el agua, es el que posee la cinética reactiva de mayor velocidad entre los componentes silicatos del clínker.
91. Silicatos. Grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen el 92% de la corteza terrestre, además del grupo de más importancia geológica por ser petrogénicos, es decir, los minerales que forman las rocas. Todos los silicatos están compuestos por silicio y oxígeno.
92. Corrosión. Deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico de su entorno.
93. Cloruros. Compuestos que llevan un átomo de cloro en estado de oxidación formal -1.
94. Ion Cloruro (Cl^-). Es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual.
95. Concreto Armado. Técnica constructiva que consiste en la utilización de concreto reforzado con barras o mallas de acero, llamadas armaduras. También se puede armar con fibras, tales como fibras plásticas, fibra de vidrio, fibras de acero o combinaciones de barras de

acero con fibras, dependiendo de los requerimientos a los que estará sometido.

96. Epoxi. Polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador o endurecedor. Las resinas epoxi más frecuentes son producto de una reacción entre epiclorohidrina y bisfenol A.
97. Exudación. Salida de un líquido de un cuerpo o del recipiente en que está contenido, por transpiración o a través de sus rendijas.
98. Arenosa. Que tiene arena o exceso de ella.
99. Mortero. Compuesto de conglomerantes inorgánicos, agregados finos y agua, y posibles aditivos, que sirve para aparejar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de hormigón, etc. Además, se usa para rellenar los espacios que quedan entre los bloques y para el revestimiento de paredes. Los conglomerantes más comunes en la actualidad son los de cemento, aunque históricamente han sido, la cal, la tierra y el yeso, los más utilizados. Generalmente, se utiliza para obras de albañilería, como material de agarre, para revestimiento de paredes, etc.
100. Concreto Bombeado. Concreto transportado a través de una manguera o tubo, empleando una bomba.
101. Plot. Proceso de dibujar líneas o trazos vectoriales a través de equipos de impresión a gran tamaño denominados Plotter (Plóter en español).
102. Ploteo. Impresión realizada a través de un Plotter.
103. Plotear. Acción de imprimir, ya sea un plano, texto o dibujo a gran tamaño.
104. Poro. Intersticio entre las partículas o moléculas que constituyen un cuerpo.
105. Concreto de Peso Normal. Concreto que se elabora con agregados de peso normal.
106. Concreto Ligero / Liviano. Concreto similar al concreto de peso normal, excepto que tiene una densidad menor. Se lo produce con agregados ligeros (concreto totalmente ligero) o con una combinación de agregados ligeros y normales.

107. Concreto de Peso Ligeroarena. Concreto ligero producido con agregado grueso ligero y arena natural.
108. Concreto Pesados. Concreto que se caracteriza por su densidad, que varía entre 2.8 a 6 T/m³, a diferencia de los concretos normales, que se encuentran entre 2.2 a 2.3 T/m³. La fabricación del concreto pesado se realiza con los cementos Portland normalizados y con agregados pesados, naturales o artificiales, cuyas masas volumétricas absolutas se encuentran entre 3.5 a 7.6.
109. Concreto Ciclópeo. Concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras o bloques, además de no contener armadura. La proporción máxima del agregado ciclópeo será en: sesenta por ciento (60%) de concreto simple y cuarenta por ciento (40%) de rocas desplazadas de tamaño máximo, de 10"; éstas deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Hipótesis de la Investigación

3.1.1. Hipótesis General

La calidad de software si influye en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

3.1.2. Hipótesis Específicas

La calidad de software si influye en la selección de materiales del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

La calidad de software si influye en la determinación de valores previos del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

La calidad de software si influye en la selección de las proporciones de materiales del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

La aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, si presenta los estándares de calidad adecuados.

3.2. Variables de Estudio

3.2.1. Definición Conceptual

3.2.1.1. Calidad de Software

La calidad es una herramienta básica e importante para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que la misma sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La palabra calidad tiene múltiples significados. De forma básica, se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades.

En los negocios, la ingeniería y la manufactura, la calidad tiene una interpretación pragmática como la no inferioridad o superioridad de algo; también se define como adecuado para su propósito previsto (idoneidad para el propósito) al tiempo que satisface las expectativas del cliente. La calidad es un atributo perceptivo, condicional y algo subjetivo y puede ser entendido de manera diferente por diferentes personas. Los consumidores pueden enfocarse en la calidad de las especificaciones de un producto/servicio, o en cómo se compara con los competidores en el mercado. Los productores pueden medir la calidad de conformidad, o el grado en que el producto/servicio se produjo correctamente. El personal de soporte puede medir la calidad en la medida en que un producto sea confiable, sostenible o sustentable.

La calidad del software se refiere a dos nociones relacionadas pero distintas que existen dondequiera que se defina la calidad en un contexto comercial:

- La calidad funcional del software refleja qué tan bien cumple o se ajusta a un diseño dado, en función de los requisitos funcionales o las especificaciones. Ese atributo también se puede describir como la aptitud para el propósito de un software o cómo se compara con los competidores en el mercado como un producto que vale la pena a el grado en que se produjo el software correcto.
- La calidad estructural del software se refiere a cómo cumple con los requisitos no funcionales que respaldan la entrega de los requisitos funcionales, como la solidez o la capacidad de mantenimiento. Tiene mucho más que ver con el grado en que el software funciona según sea necesario.

3.2.1.2. Diseño de Mezclas de Concreto

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, conocida usualmente como diseño de la mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas; y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador e indicados en los planos y/o las especificaciones de obra.

En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, el diseñador debe recordar que la composición de la misma está determinada por:

- Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, las cuales son determinadas por el ingeniero estructural y se encuentran indicadas en los planos y/o especificaciones de obra.
- Las propiedades del concreto al estado no endurecido, las cuales generalmente son establecidas por el ingeniero constructor en función del tipo y características de la obra y de las técnicas a ser empleadas en la colocación del concreto.
- El costo de la unidad cúbica de concreto.

3.2.2. Definición Operacional

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	ESCALA DE MEDICIÓN
I. CALIDAD DE SOFTWARE	I.1. FUNCIONALIDAD	I.1.1. ADECUACIÓN	1. El software cuenta con las funciones apropiadas para cumplir con su propósito.	Si / No
		I.1.2. EXACTITUD	2. El software presenta resultados acordes a las necesidades para las que fue creado.	Si / No
		I.1.3. INTEROPERABILIDAD	3. El software puede interactuar con otros sistemas.	Si / No
		I.1.4. CONFORMIDAD	4. El software se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.	Si / No
		I.1.5. SEGURIDAD	5. El software previene el acceso no autorizado a los datos.	Si / No
	I.2. CONFIABILIDAD	I.2.1. NIVEL DE MADUREZ	6. El software tiene la capacidad de evitar fallas cuando encuentra errores.	Si / No
		I.2.2. TOLERANCIA A FALLAS	7. El software mantiene un nivel de funcionamiento aceptable en caso de fallas.	Si / No
		I.2.3. RECUPERACIÓN	8. El software tiene la capacidad de restablecer su funcionamiento y recuperar datos en caso de fallas.	Si / No
	I.3. USABILIDAD	I.3.1. COMPRESIBILIDAD	9. Es fácil reconocer la estructura lógica y los conceptos relativos al software.	Si / No
		I.3.2. FACILIDAD DE APRENDER	10. Es fácil aprender a usar el software.	Si / No
		I.3.3. OPERABILIDAD	11. El software permite una adecuada operación y control.	Si / No
	I.4. EFICIENCIA	I.4.1. COMPORTAMIENTO CON RESPECTO AL TIEMPO	12. Los tiempos de respuesta y de procesamiento de datos, del software, son adecuados.	Si / No
		I.4.2. COMPORTAMIENTO CON RESPECTO A RECURSOS	13. La cantidad de recursos usados y duración de uso de los mismos, por el software, es adecuada.	Si / No
	I.5. MANTENIBILIDAD	I.5.1. CAPACIDAD DE ANÁLISIS	14. El software da facilidades para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas.	Si / No
		I.5.2. CAPACIDAD DE MODIFICACIÓN	15. El software da facilidades para su modificación.	Si / No
		I.5.3. ESTABILIDAD	16. El software permite evaluar los riesgos de efectos inesperados, debido a modificaciones.	Si / No
		I.5.4. FACILIDAD DE PRUEBA	17. El software permite su validación una vez modificado.	Si / No
	I.6. PORTABILIDAD	I.6.1. ADAPTABILIDAD	18. El software da la oportunidad de adaptarlo a diferentes escenarios.	Si / No
		I.6.2. FACILIDAD DE INSTALACIÓN	19. El software es fácil de instalar.	Si / No
		I.6.3. CONFORMIDAD	20. El software se adhiere a estándares o convenciones relativas a la portabilidad.	Si / No
		I.6.4. CAPACIDAD DE REEMPLAZO	21. El software da facilidades para su reemplazo por otro producto similar.	Si / No

D. DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	D.1. SELECCIÓN DE MATERIALES	D.1.1. SELECCIÓN DEL CEMENTO	22. La selección del tipo de cemento es correcta.	Si / No
		D.1.2. SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS	23. La selección de los agregados es correcta.	Si / No
		D.1.3. ELECCIÓN DEL TIPO DE AIRE	24. La selección del tipo de aire es correcta.	Si / No
	D.2. DETERMINACIÓN DE VALORES PREVIOS	D.2.1. SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO	25. La determinación de la resistencia promedio del concreto es correcta.	Si / No
		D.2.2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO	26. La selección del tamaño máximo nominal del agregado es correcta.	Si / No
		D.2.3. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO	27. La selección del asentamiento es correcta.	Si / No
	D.3. SELECCIÓN DE LAS PROPORCIONES DE LOS MATERIALES	D.3.1. SELECCIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	28. La selección del volumen de agua es correcta.	Si / No
		D.3.2. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE	29. La selección del contenido de aire es correcta.	Si / No
		D.3.3. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA	30. La selección de la relación agua/cemento por resistencia es correcta.	Si / No
		D.3.4. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR DURABILIDAD	31. La selección de la relación agua/cemento por durabilidad es correcta.	Si / No
		D.3.5. CÁLCULO DE LA PROPORCIÓN DE CEMENTO	32. El cálculo de la proporción de cemento es correcto.	Si / No
		D.3.6. SELECCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE AGREGADO GRUESO	33. La selección de la proporción de agregado grueso es correcta.	Si / No
		D.3.7. SELECCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE AGREGADO FINO	34. La selección de la proporción de agregado fino es correcta.	Si / No
D.3.8. CORRECCIONES POR ABSORCIÓN Y CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO		35. Las correcciones por absorción y contenido de humedad del agregado son correctas.	Si / No	

3.3. Tipo y Nivel de Investigación

3.3.1. Tipo de Investigación

Sabino (1995). Sostiene que los estudios de tipo explicativo tratan de encontrar relaciones entre las variables, este tipo de investigaciones exige mayor concentración y capacidad de análisis y síntesis por parte del investigador, ya que las variables que se manifiestan ante los sentidos deben ser meticulosamente estudiadas. La conveniencia de emprender investigaciones explicativas varía de acuerdo al campo de conocimientos que se considere.

Alexander (2005). Sostiene que una explicación causal satisfactoria debe incluir mecanismos causales y efectos causales.

Hay distintos tipos de relaciones causales: simples, complejas, y enigmáticas. En las relaciones causales simples ciertas variables sencillas son necesarias y suficientes para que ocurra determinado resultado. En las relaciones complejas interactúan variables causales mutuamente dependientes.

La presente investigación es de tipo explicativo porque tiene relación causal y trata de explicar el comportamiento de sus variables. Explicativo causal, porque busca determinar la influencia de la calidad de software en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca. Transversal porque la encuesta se aplicó en un punto único en el tiempo.

3.3.2. Nivel o Método de Investigación

Álvarez (1996). Sostiene que la investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. Estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas. Los fundamentos de la metodología cuantitativa podemos encontrarlos en el positivismo que surge en el primer tercio del siglo XIX como una reacción ante el empirismo que se dedicaba a recoger datos sin introducir los conocimientos más allá del campo de la observación. Alguno de los científicos de esta época dedicados a temas relacionados con las ciencias de la salud son Pasteur y Claude Bernard, siendo este último el que propuso la experimentación en la medicina.

Cuantitativo, porque se desarrolla mediante información cuantitativa. Analítico, porque realiza un estudio de las partes que constituyen la calidad de software, para identificar su influencia en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

3.4. Diseño de la Investigación

El diseño de investigación utilizado fue, no experimental, ya que según Sampieri, Collado, & Baptista (2006) la investigación no experimental es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones. De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio; los sujetos son observados en su ambiente natural, en su realidad. No es ética la manipulación.

En la investigación no experimental las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, el investigador no tiene control directo sobre dichas variables, no puede influir sobre ellas porque ya sucedieron, al

igual que sus efectos. El diseño fue de campo, debido a que permite obtener información directa en el área trabajada, donde se realizaron las encuestas con el personal empleado involucrado en el trabajo, sin manipular o controlar alguna variable.

3.5. Población y Muestra de Estudio

3.5.1. Población

La población que está inmersa dentro del problema investigado, también denominada universo, corresponde a los estudiantes del curso de Tecnología del Concreto del semestre 2017-II, de la misma forma que los laboratoristas y encargados de informática y TIC del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez de Juliaca.

3.5.2. Muestra

La muestra consta de 30 estudiantes del curso de Tecnología del Concreto del semestre 2017-II, así como de laboratoristas y encargados de informática y TIC del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez de Juliaca.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.6.1. Técnicas de Recolección de Datos

La presente investigación cuenta como técnica de recolección de datos a la encuesta.

Una encuesta es un procedimiento dentro de los diseños de una investigación descriptiva en el que el investigador recopila datos

mediante un cuestionario previamente diseñado, sin modificar el entorno ni el fenómeno donde se recoge la información ya sea para entregarlo en forma de tríptico, gráfica o tabla. Los datos se obtienen realizando un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio, integrada a menudo por personas, empresas o entes institucionales, con el fin de conocer estados de opinión, ideas, características o hechos específicos.

Se tomó como fuente de información, para medir la influencia de la calidad de software en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, a 30 estudiantes del curso de Tecnología del Concreto del semestre 2017-II, así como a laboratoristas y encargados de informática y TIC del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca. La información se recogerá de manera presencial.

3.6.2. Instrumentos de Recolección de Datos

La presente investigación cuenta como instrumento de recolección de datos al cuestionario.

Un cuestionario es un instrumento de investigación que consiste en una serie de preguntas y otras indicaciones con el propósito de obtener información de los consultados. Aunque a menudo están diseñados para poder realizar un análisis estadístico de las respuestas, no es siempre así. El cuestionario fue introducido por Sir Francis Galton.

El cuestionario es un documento formado por un conjunto de preguntas que deben estar redactadas de forma coherente, y organizadas, secuenciadas y estructuradas de acuerdo con una

determinada planificación, con el fin de que sus respuestas nos puedan ofrecer toda la información necesitada.

El cuestionario permitió recoger datos puntuales sobre la influencia de la calidad de software en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

3.6.2.1. Confiabilidad del Instrumento por Alfa de Cronbach

El Alfa de Cronbach es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida, determinando la consistencia interna del diseño del instrumento.

A medida que este coeficiente se acerque a la unidad el instrumento en cuestión es más consistente y confiable, por el contrario, si el coeficiente se acerca a 0.50 entonces la consistencia interna del instrumento es débil y poco fiable en la investigación.

Utilizando el software IBM SPSS Statistics se obtuvo el siguiente Alfa de Cronbach:

Número de Casos	Porcentaje de Casos	Número de Elementos	Alfa de Cronbach
30	100.00	35	0.930

Tabla 24. Estadísticos de Fiabilidad – Alfa de Cronbach.

Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

El Alfa de Cronbach es 93%, esto muestra que el instrumento ha tenido muy buena consistencia interna y por consiguiente la confiabilidad es alta.

3.6.2.2. Validez del Instrumento

El instrumento fue validado mediante juicio de expertos, según la siguiente tabla:

Dr. Marcos Alberto Valencia Paredes	Experto Metodológico
Mg. Christian Ovalle Paulino	Experto Temático

Tabla 25. Validación de Expertos.

Fuente: Elaboración Propia.

3.7. Métodos de Análisis de Datos

Para el proceso analítico de los datos obtenidos en las encuestas sobre la influencia de la calidad de software en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, las cuales se realizaron de acuerdo a la muestra, los resultados fueron tabulados en el programa Microsoft Office Excel 2016, una vez que estos fueron codificados, se transfirieron desde una matriz de hoja de cálculo al programa IBM SPSS Statistics 24 donde fue procesada toda la información; teniendo en cuenta que la información base del cuestionario fue recogida de forma manual.

3.8. Aspectos Éticos

Como profesional en servicio a la sociedad y a mi país, prima en mí la honestidad para considerar los derechos de autor que se tipifican en esta investigación.

El principal compromiso de la investigación se centró en guardar la confidencialidad de la información que se reunió para este estudio.

El único fin práctico que se le dio a esta información, es tratar de percibir la perspectiva respecto a la calidad de software en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca y como inherente a esto, poder encontrar correlaciones que se ajusten a esta realidad.

La investigación también cumple los principios éticos de toda investigación. Es inédito y respeta la propiedad intelectual.

Resaltando que, se ha tenido el debido cuidado para respetar las opiniones de algunos autores, cuyos trabajos guardan relación con las variables de la presente tesis, mencionándolos como tal en los “antecedentes de la investigación”.

En el rubro de las tecnologías de la información, se siguen los lineamientos de herramientas y procesos de análisis, diseño, desarrollo y pruebas de las metodologías ágiles, específicamente de la metodología SCRUM.

En el rubro del diseño de concreto, se siguen los lineamientos recomendados por los principales entes nacionales e internacionales, relacionados al concreto, como el ACI (American Concrete Institute), ASTM (American Society for Testing and Materials) e ITINTEC (Instituto Nacional de Investigación Tecnológica y Normas) y también las principales normas nacionales como la NTP (Norma Técnica Peruana).

Es así como se siguieron las normas éticas al realizar esta investigación no experimental, bajo las directrices en cuanto a normas para la elaboración de investigaciones se refiere.

IV. SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

4.1. Sistema de Información

4.1.1. Nombre y Descripción del Sistema de Información

AAA Concrete Mix Designs System: Sistema de Diseño de Mezclas de Concreto, es una aplicación móvil desarrollada para el Sistema Operativo Android, que permite diseñar una mezcla de concreto de forma precisa; recomendando los materiales y dosificaciones más adecuadas para cada situación.

4.1.2. Componentes del Sistema de Información

1. Recursos Humanos

Grupo de personas de una organización que día a día interactúan con el Sistema de Información.

Para la sistema de información AAA Concrete Mix Designs System, los recursos humanos son el especialista en sistemas de información, que actúa como analista, diseñador, desarrollador, programador, tester e implementador del sistema de información, y es el autor de esta tesis; y los usuarios finales que son los estudiantes del curso de Tecnología del Concreto; laboratoristas y encargados de informática y TIC del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez de Juliaca.

2. Hardware

Dispositivos físicos utilizados para procesar y almacenar la información.

Para el sistema de información AAA Concrete Mix Designs System, el hardware se encuentra incorporado en los dispositivos móviles de los estudiantes del curso de Tecnología del Concreto; laboratoristas y encargados de informática y TIC del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez de Juliaca, en los que se instaló la aplicación móvil.

3. Dispositivos Periféricos

Aparatos o dispositivos auxiliares e independientes, conectados al CPU, que sirven como vía de comunicación entre el dispositivo, el usuario y otros sistemas. Se divide en tres: dispositivos de entrada, de almacenamiento y de salida.

Para el sistema de información AAA Concrete Mix Designs System, los dispositivos periféricos se encuentran incorporados en los dispositivos móviles de los estudiantes del curso de Tecnología del Concreto; laboratoristas y encargados de informática y TIC del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez de Juliaca, en los que se instaló la aplicación móvil.

4. Software

Se divide en software de sistema y de aplicación. El software de sistema, que consiste en un software que sirve de soporte o base para controlar e interactuar con el hardware y otros programas; y el software de aplicación, que consiste en software diseñado para realizar un grupo de funciones, tareas o actividades coordinadas para el beneficio del usuario.

Para el sistema de información AAA Concrete Mix Designs System, el software de sistema es el Sistema Operativo Android, incluyendo todas las versiones en las que se encontraban los dispositivos móviles de los estudiantes del curso de Tecnología del Concreto; laboratoristas y encargados de informática y TIC del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez de Juliaca, en los que se instaló la aplicación móvil; y el software de aplicación es la aplicación móvil AAA Concrete Mix Designs.

5. Datos

Un dato es una representación simbólica (numérica, alfabética, algorítmica, espacial, etc.) de un atributo o variable cuantitativa o cualitativa. Los datos describen hechos empíricos, sucesos y entidades. Es un valor o referente que recibe el computador por diferentes medios, los datos representan la información que el programador manipula en la construcción de una solución o en el desarrollo de un algoritmo.

Para el sistema de información AAA Concrete Mix Designs System, los datos están conformados por todos los valores que se brindan, procesan y obtienen de la aplicación móvil AAA Concrete Mix Designs.

4.1.3. Objetivo del Sistema de Información

Los objetivos del Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System, son los siguientes:

- Proporcionar, facilitar y ejecutar automáticamente el proceso de diseño de mezclas de concreto.

- Dar información y datos para ayudar a seleccionar adecuadamente los materiales y dosificaciones, en el diseño de mezclas de concreto.

4.1.4. Alcance del Sistema de Información

El alcance del Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System, comprende la determinación de los mejores materiales y de la dosificación más adecuada de los mismos, para la elaboración de concreto.

Este proceso implica la selección de materiales, como son el cemento, agregados y aire; la determinación de materiales previos, como la selección de la resistencia promedio del concreto, la selección del tamaño máximo nominal del agregado y la selección del asentamiento; y la selección de las proporciones de los materiales, como son el volumen de agua, contenido de aire, relación agua/cemento por resistencia y durabilidad, proporción de cemento, proporción de agregado grueso y agregado fino, y las correcciones por absorción y contenido de humedad del agregado.

El Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System, ofrece como resultado final la determinación de los valores en kilogramos, del cemento, agregado fino y agregado grueso; y en litros, del agua, que componen el metro cubico de concreto; además de dar recomendaciones sobre la cantidad de aire y aditivos que pueda necesitar el concreto en casos especiales.

4.1.5. Restricciones del Sistema de Información

Las restricciones son el estado, calidad o sentido de estar restringido a un determinado curso de acción o inacción. Una restricción

o limitación aplicable, sea interna o externa al proyecto, que afectará el desempeño del proyecto o de un proceso.

Las tres restricciones más importantes en una Solución Informática son el tiempo, costo y alcance.

El Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System, no presenta demasiadas restricciones propias, debido a que su desarrollo es asumido, en su totalidad, por el autor de esta tesis; sin embargo, asume las restricciones, en tiempo y costo, que se tienen para este trabajo.

El Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System, presenta las siguientes restricciones de proyecto propias:

- Metodología ágil Scrum, como proceso de desarrollo.
- Tiempo de implementación corto.
- Alta resistencia al cambio, por parte de los usuarios.

El Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System, presenta las siguientes restricciones de producto:

- El proceso de diseño de mezclas de concreto se iniciará, si y solo si, se proporcionan todos los datos solicitados.

4.1.6. Estudio de Factibilidad del Sistema de Información

4.1.6.1. Factibilidad Operativa

Durante la elicitación de la información para la obtención de requerimientos, se identificaron todas las actividades que son necesarias para alcanzar el objetivo principal del sistema, lo que generó el desarrollo

de un sistema que satisface las necesidades de los usuarios finales, además de poseer fácil utilización, instalación y mantenimiento.

Los usuarios finales, desde el inicio, han sido entusiastas con el desarrollo del sistema, puesto que tienen claro que este favorecerá y facilitará la tarea que a menudo realizan, por lo que existe el deseo de estos, de colaborar y participar en el desarrollo de la Solución Informática, y de su posterior uso.

Los usuarios finales del sistema tienen conocimientos de usuario básico de Android y por ende manejan aplicaciones variadas en dicho entorno, debido a esto no se espera obstáculos en la incorporación del sistema y su posterior puesta en marcha.

El Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System es factible desde el punto de vista operativo.

4.1.6.2. Factibilidad Técnica

El sistema se desarrolló utilizando el lenguaje de programación Java y el meta-lenguaje de marcas XML; mediante el entorno de desarrollo integrado oficial para la plataforma Android, Android Studio.

Android Studio está basado en el software IntelliJ IDEA de JetBrains y ha sido publicado de forma gratuita a través de la Licencia Apache 2.0. Está disponible para las plataformas Microsoft Windows, macOS y GNU/Linux, y ha sido diseñado específicamente para el desarrollo de Android. Este software puede ser descargado desde la página web oficial de desarrolladores de Android.

En cuanto a hardware, los usuarios finales cuentan con los dispositivos que tienen la capacidad suficiente como para soportar la ejecución de los procesos que implica la utilización del sistema.

El Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System es factible desde el punto de vista técnico, dado que se requiere de una herramienta de desarrollo que es completamente gratuita, lo que no implica la compra de nuevos productos de desarrollo, y además se dispone del conocimiento para desarrollar este tipo de aplicaciones.

4.1.6.3. Factibilidad Económica

Los recursos necesarios para el desarrollo del sistema se detallan a continuación:

- Laptop Intel Core i7, 8.00 GB de RAM, 1 TB de memoria y sistema operativo Windows 10 Pro.
- Android Studio 3.1.3.
- Horas - hombre de Analista y Programador.

El entorno de desarrollo integrado utilizado es Android Studio 3.1.3, que tiene Licencia Apache 2.0, por lo que puede ser utilizado de forma gratuita.

Los recursos humanos, representados por horas - hombre de Analista y Programador, no representan un gasto económico, ya que estas actividades son desarrolladas, en su totalidad, por el autor de esta tesis.

El principal valor agregado que entrega el sistema es que permite realizar el diseño de mezclas de concreto de forma más sencilla, rápida y precisa, lo que genera una mayor eficacia y eficiencia en el trabajo de los usuarios finales.

El Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System es factible desde el punto de vista económico, puesto que la evaluación

económica considera recursos con los que ya se cuentan y recursos que son gratuitos, por lo tanto, no es necesario realizar fuertes gastos.

4.1.7. Análisis de la Solución

4.1.7.1. Requerimientos de Usuario

Se requiere un Sistema de Información para automatizar, agilizar y hacer más eficiente el proceso de Diseño de Mezclas de Concreto en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

En el Sistema de Información se deben ingresar datos sobre las características esperadas del concreto, condiciones especiales a las que estará expuesto el concreto y las cualidades de los materiales que compondrán el concreto.

El Sistema de Información procesará los datos ingresados mediante una serie de algoritmos programados y mostrará como resultado los materiales y dosificaciones más adecuados para la situación.

4.1.7.2. Requerimientos Funcionales

Un requerimiento funcional es la descripción de lo que el sistema debe hacer. A continuación, se listan los requerimientos funcionales del Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System:

Referencia	Requerimiento
RF01	El Sistema de Información permitirá crear, modificar y eliminar proyectos.
RF02	El Sistema de Información permitirá el ingreso de datos sobre las características esperadas del concreto.

RF03	El Sistema de Información permitirá el ingreso de datos sobre las condiciones a las que estará expuesto el concreto.
RF04	El Sistema de Información permitirá el ingreso de datos sobre los materiales que compondrán el concreto (cemento y agregados).
RF05	El Sistema de Información calculará la resistencia promedio para el concreto.
RF06	El Sistema de Información calculará el tamaño máximo nominal del agregado grueso para el concreto.
RF07	El Sistema de Información calculará el asentamiento para el concreto.
RF08	El Sistema de Información calculará el contenido de aire para el concreto.
RF09	El Sistema de Información calculará el volumen unitario de agua de diseño para el concreto.
RF10	El Sistema de Información calculará la relación agua - cemento por resistencia, por durabilidad y general para el concreto.
RF11	El Sistema de Información calculará el contenido de cemento para el concreto.
RF12	El Sistema de Información calculará el contenido de agregado grueso para el concreto.
RF13	El Sistema de Información calculará el contenido de agregado fino para el concreto.
RF14	El Sistema de Información hará las correcciones de los valores de diseño por absorción y contenido de humedad del agregado.
RF15	El Sistema de Información determinara y mostrará los valores de diseño finales del concreto.
RF16	El Sistema de Información determinara y mostrará los pesos de los materiales componentes del concreto.
RF17	El Sistema de Información determinara y mostrará las proporciones en peso, de diseño y de obra.
RF18	El Sistema de Información enviará los resultados a la base de datos del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

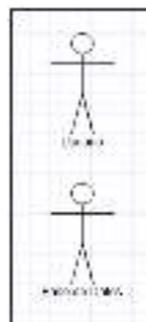
4.1.7.3. Requerimientos No Funcionales

Un requerimiento no funcional representa características generales y restricciones de la aplicación o sistema que se está desarrollando. A continuación, se listan los requerimientos no funcionales del Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System:

Referencia	Requerimiento
RNF01	El Sistema de Información deberá cumplir con las normas sobre el Diseño de Mezclas de Concreto del Comité 211 del ACI.
RNF02	El Sistema de Información deberá tener una interfaz de usuario amigable e intuitiva.
RNF03	El Sistema de Información deberá presentar sus resultados de manera simple y organizada.
RNF04	El Sistema de Información deberá proporcionar mensajes de error que sean informativos y orientados a usuario final.
RNF05	El tiempo de aprendizaje del Sistema de Información por un usuario deberá ser corto.

4.1.7.4. Diagrama de Actores del Sistema

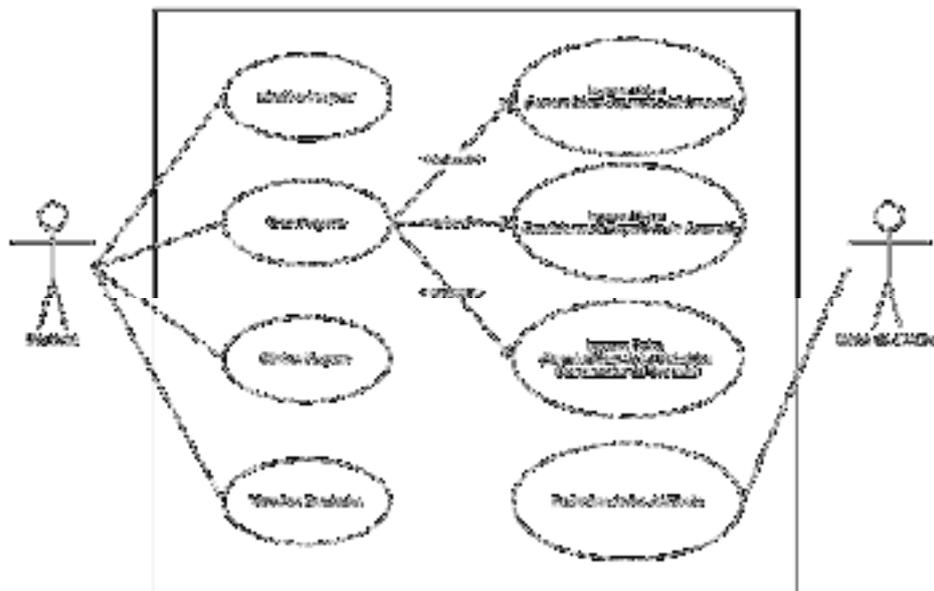
Un actor representa un rol de una entidad externa que interactúa con el sistema (Arlow & Neustadt 2005). Un actor modela un tipo de rol jugado por una entidad que interactúa con el sujeto (esto es, intercambiando signos y datos), pero que es externo a dicho sujeto. A continuación, se presenta el diagrama de actores del Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System:



Actor	Descripción
Usuario	Persona que desea diseñar una mezcla de concreto e ingresa los datos necesarios para que el Sistema de Información realice su cometido.
Base de Datos	Conjunto de datos sobre los resultados de los diseños de mezclas de concreto realizados en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

4.1.7.5. Diagrama de Casos de Uso

Los diagramas de casos de uso sirven para especificar la comunicación y el comportamiento de un sistema mediante su interacción con los usuarios y/u otros sistemas. A continuación, se presenta el diagrama de casos de uso del Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System:



4.1.7.6. Especificación de Casos de Uso

La especificación de casos de uso tiene como finalidad la desambiguación de éstos últimos, permitiendo al equipo de trabajo, entender qué realiza exactamente un determinado caso de uso, identificando para ello: actores, flujo básico y alterno; y pre y post condiciones. A continuación, se presenta la especificación de casos de uso del Sistema de Información AAA Concrete Mix Designs System:

CU001	Crear Proyecto
Actor	Usuario.
Descripción	Permite crear un nuevo proyecto en la aplicación móvil.
Flujo Básico	El usuario pulsa el botón Crear Nuevo Proyecto. El sistema muestra la pantalla de Creación de Proyectos. El usuario ingresa el nombre del proyecto, la condición y nombre del diseñador, y el nombre de la cantera. El usuario pulsa el botón Crear. El sistema comprueba la validez de los datos, asigna un código de diseño y almacena los datos. El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos.
Flujos Alternos	El sistema comprueba la validez de los datos, si los datos no son correctos, muestra una notificación de error, limpia los datos erróneos y muestra la pantalla de Creación de Proyectos.
Pre-Condiciones	
Post-Condiciones	El sistema almacena los datos generales del proyecto.

CU002	Modificar Proyecto
Actor	Usuario.
Descripción	Permite modificar el nombre de proyecto, condición y nombre del diseñador, y el nombre de la cantera de un proyecto en la aplicación móvil.
Flujo Básico	El usuario pulsa el botón con el nombre del proyecto que quiera modificar.

	<p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos.</p> <p>El usuario pulsa el botón Modificar Proyecto.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Modificación de Proyectos.</p> <p>El usuario ingresa el nombre del proyecto, la condición y nombre del diseñador, y el nombre de la cantera.</p> <p>El usuario pulsa el botón Modificar.</p> <p>El sistema comprueba la validez de los datos y almacena los datos.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos.</p>
Flujos Alternos	El sistema comprueba la validez de los datos, si los datos no son correctos, muestra una notificación de error, limpia los datos erróneos y muestra la pantalla de Modificación de Proyectos.
Pre-Condiciones	
Post-Condiciones	El sistema modifica los datos generales del proyecto.

CU003	Eliminar Proyecto
Actor	Usuario.
Descripción	Permite eliminar un proyecto en la aplicación móvil.
Flujo Básico	<p>El usuario pulsa el botón con el nombre del proyecto que quiera eliminar.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos.</p> <p>El usuario pulsa el botón Eliminar Proyecto.</p> <p>El sistema muestra una notificación de confirmación.</p> <p>El usuario acepta la notificación de confirmación.</p> <p>El sistema elimina el proyecto.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Creación de Proyectos.</p>
Flujos Alternos	Si el usuario no acepta la notificación de confirmación, el sistema no elimina el proyecto y muestra la pantalla de Asignación de Datos.
Pre-Condiciones	
Post-Condiciones	El sistema elimina los datos almacenados del proyecto.

CU004	Ingresar Datos (Características Esperadas del Concreto)
Actor	Usuario.
Descripción	Permite asignar datos sobre las características esperadas del concreto en un proyecto en la aplicación móvil.
Flujo Básico	<p>El usuario pulsa el botón con el nombre del proyecto en el cual quiere ingresar los datos.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos.</p> <p>El usuario pulsa el botón Características Esperadas del Concreto.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos (Características Esperadas del Concreto).</p> <p>El usuario ingresa los datos sobre las características esperadas del concreto.</p> <p>El usuario pulsa el botón Guardar.</p> <p>El sistema comprueba la validez de los datos.</p> <p>El sistema muestra una notificación de confirmación.</p> <p>El usuario acepta la notificación de confirmación.</p> <p>El sistema almacena los datos.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos.</p>
Flujos Alternos	<p>El sistema comprueba la validez de los datos, si los datos no son correctos, muestra una notificación de error, limpia los datos erróneos y muestra la pantalla de Asignación de Datos (Características Esperadas del Concreto).</p> <p>Si el usuario no acepta la notificación de confirmación, el sistema no almacena los datos en el proyecto, limpia los datos y muestra la pantalla de Asignación de Datos (Características Esperadas del Concreto).</p>
Pre-Condiciones	
Post-Condiciones	El sistema almacena los datos sobre las características esperadas del concreto en el proyecto.

CU005	Ingresar Datos (Condiciones de Exposición del Concreto)
Actor	Usuario.
Descripción	Permite asignar datos sobre las condiciones de exposición del concreto en un proyecto en la aplicación móvil.
Flujo Básico	<p>El usuario pulsa el botón con el nombre del proyecto en el cual quiere ingresar los datos.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos.</p> <p>El usuario pulsa el botón Condiciones de Exposición del Concreto.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos (Condiciones de Exposición del Concreto).</p> <p>El usuario ingresa los datos sobre las condiciones de exposición del concreto.</p> <p>El usuario pulsa el botón Guardar.</p> <p>El sistema comprueba la validez de los datos.</p> <p>El sistema muestra una notificación de confirmación.</p> <p>El usuario acepta la notificación de confirmación.</p> <p>El sistema almacena los datos.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos.</p>
Flujos Alternos	<p>El sistema comprueba la validez de los datos, si los datos no son correctos, muestra una notificación de error, limpia los datos erróneos y muestra la pantalla de Asignación de Datos (Condiciones de Exposición del Concreto).</p> <p>Si el usuario no acepta la notificación de confirmación, el sistema no almacena los datos en el proyecto, limpia los datos y muestra la pantalla de Asignación de Datos (Condiciones de Exposición del Concreto).</p>
Pre-Condiciones	El sistema tiene almacenados los datos sobre las características esperadas del concreto en el proyecto.
Post-Condiciones	El sistema almacena los datos sobre las condiciones de exposición del concreto en el proyecto.

CU006	Ingresar Datos (Características de los Materiales Componentes del Concreto)
Actor	Usuario.
Descripción	Permite asignar datos sobre las características de los materiales componentes del concreto en un proyecto en la aplicación móvil.
Flujo Básico	<p>El usuario pulsa el botón con el nombre del proyecto en el cual quiere ingresar los datos.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos.</p> <p>El usuario pulsa el botón Características de los Materiales Componentes del Concreto.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos (Características de los Materiales Componentes del Concreto).</p> <p>El usuario ingresa los datos sobre las características de los materiales componentes del concreto.</p> <p>El usuario pulsa el botón Guardar.</p> <p>El sistema comprueba la validez de los datos.</p> <p>El sistema muestra una notificación de confirmación.</p> <p>El usuario acepta la notificación de confirmación.</p> <p>El sistema almacena los datos.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos.</p>
Flujos Alternos	<p>El sistema comprueba la validez de los datos, si los datos no son correctos, muestra una notificación de error, limpia los datos erróneos y muestra la pantalla de Asignación de Datos (Características de los Materiales Componentes del Concreto).</p> <p>Si el usuario no acepta la notificación de confirmación, el sistema no almacena los datos en el proyecto, limpia los datos y muestra la pantalla de Asignación de Datos (Características de los Materiales Componentes del Concreto).</p>
Pre-Condiciones	El sistema tiene almacenados los datos sobre las condiciones de exposición del concreto en el proyecto.
Post-Condiciones	El sistema almacena los datos sobre las características de los materiales componentes del concreto en el proyecto.

CU007	Visualizar Resultados
Actor	Usuario.
Descripción	Permite visualizar los resultados del diseño de concreto de un proyecto en la aplicación móvil.
Flujo Básico	<p>El usuario pulsa el botón con el nombre del proyecto del cual quiere visualizar los resultados.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Asignación de Datos.</p> <p>El usuario pulsa el botón Diseñar Concreto.</p> <p>El sistema comprueba que todos los datos del proyecto estén ingresados.</p> <p>El sistema realiza el diseño de concreto del proyecto.</p> <p>El sistema muestra la pantalla de Diseño de Concreto.</p>
Flujos Alternos	El sistema comprueba que todos los datos del proyecto estén ingresados, si los datos no están completos, muestra una notificación de error y muestra la pantalla de Asignación de Datos.
Pre-Condiciones	<p>El sistema tiene almacenados los datos sobre las características esperadas del concreto en el proyecto.</p> <p>El sistema tiene almacenados los datos sobre las condiciones de exposición del concreto en el proyecto.</p> <p>El sistema tiene almacenados los datos sobre las características de los materiales componentes del concreto en el proyecto.</p>
Post-Condiciones	El sistema almacena los resultados del diseño de concreto del proyecto.

CU008	Enviar Resultados de Diseño
Actor	Base de Datos.
Descripción	Permite enviar los resultados del diseño de concreto de un proyecto en la aplicación móvil, a la base de datos del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.
Flujo Básico	<p>El sistema envía los datos generales del proyecto.</p> <p>La base de datos confirma la recepción de la información.</p> <p>El sistema envía los datos sobre las características esperadas del concreto en el proyecto.</p>

	<p>La base de datos confirma la recepción de la información. El sistema envía los datos sobre las condiciones de exposición del concreto en el proyecto.</p> <p>La base de datos confirma la recepción de la información. El sistema envía los datos sobre las características de los materiales componentes del concreto en el proyecto.</p> <p>La base de datos confirma la recepción de la información. El sistema envía los resultados del diseño de concreto del proyecto.</p> <p>La base de datos confirma la recepción de la información.</p>
Flujos Alternos	Si la base de datos no confirma la recepción de la información en 5 segundos, se vuelve a enviar la información un máximo de 2 veces más, si aun así no se confirma la recepción de la información se cancela la operación y se muestra una notificación de error.
Pre-Condiciones	El sistema tiene almacenados los resultados del diseño de concreto del proyecto.
Post-Condiciones	La base de datos almacena los resultados del diseño de concreto del proyecto.

4.1.7.7. Matriz de Trazabilidad

Para confirmar que los casos de uso presentados cumplen con los requerimientos funcionales del sistema, se presenta la siguiente matriz de trazabilidad, donde se marca con una 'X' un recuadro, cuando el caso de uso de la columna satisface el requerimiento de la fila correspondiente.

		Casos de Uso							
		CU1	CU2	CU3	CU4	CU5	CU6	CU7	CU8
Requerimientos Funcionales	RF01	X	X	X					
	RF02				X				
	RF03					X			
	RF04						X		
	RF05							X	
	RF06							X	
	RF07							X	
	RF08							X	
	RF09							X	
	RF10							X	
	RF11							X	
	RF12							X	
	RF13							X	
	RF14							X	
	RF15							X	
	RF16							X	
	RF17							X	
	RF18								X

V. RESULTADOS

5.1. Presentación de los Resultados Descriptivos

Los resultados descriptivos de la investigación, se presentan a continuación:

Ítem 01: El software cuenta con las funciones apropiadas para cumplir con su propósito.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	29	96,7	96,7	96,7
	No	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 26. Ítem 01.

Fuente: Elaboración Propia.

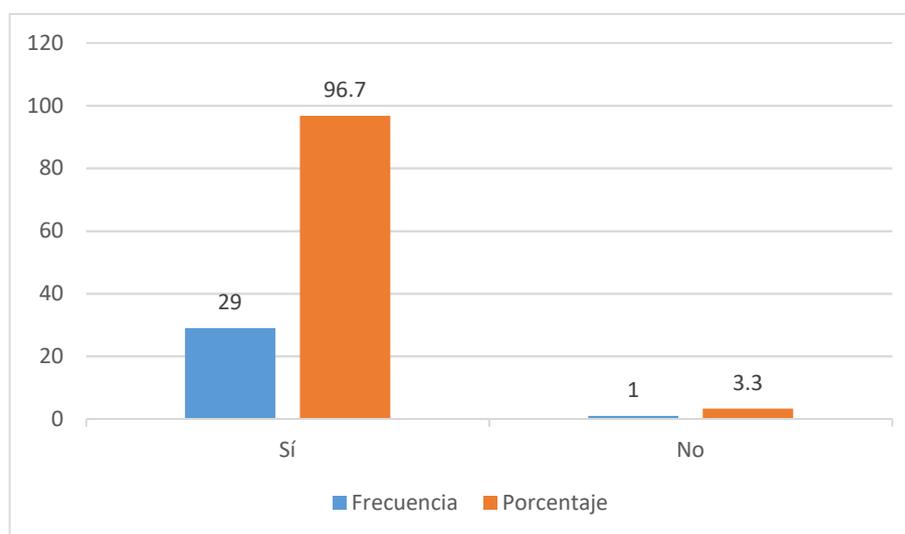


Gráfico 01. Ítem 01.

Fuente: Tabla 26.

Descripción: Del Ítem 01: El 96.7% de los encuestados indican que el software si cuenta con las funciones apropiadas para cumplir con su propósito, mientras el restante 3.3% manifiesta que el software no cuenta con las funciones apropiadas para cumplir con su propósito.

Ítem 02: El software presenta resultados acordes a las necesidades para las que fue creado.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	29	96,7	96,7	96,7
	No	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 27. Ítem 02.

Fuente: Elaboración Propia.

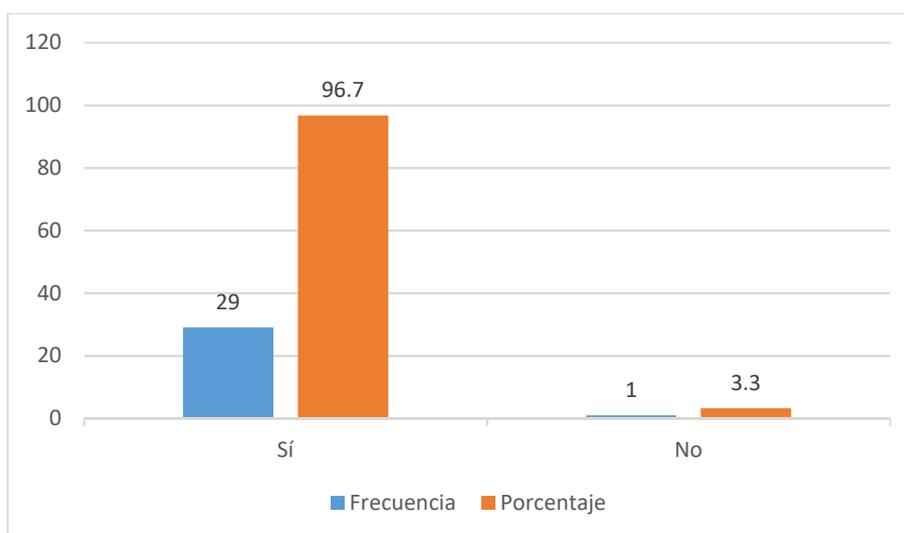


Gráfico 02. Ítem 02.

Fuente: Tabla 27.

Descripción: Del Ítem 02: El 96.7% de los encuestados indican que el software si presenta resultados acordes a las necesidades para las que fue creado, mientras el restante 3.3% manifiesta que el software no presenta resultados acordes a las necesidades para las que fue creado.

Ítem 03: El software puede interactuar con otros sistemas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	23	76,7	76,7	76,7
	No	7	23,3	23,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 28. Ítem 03.

Fuente: Elaboración Propia.

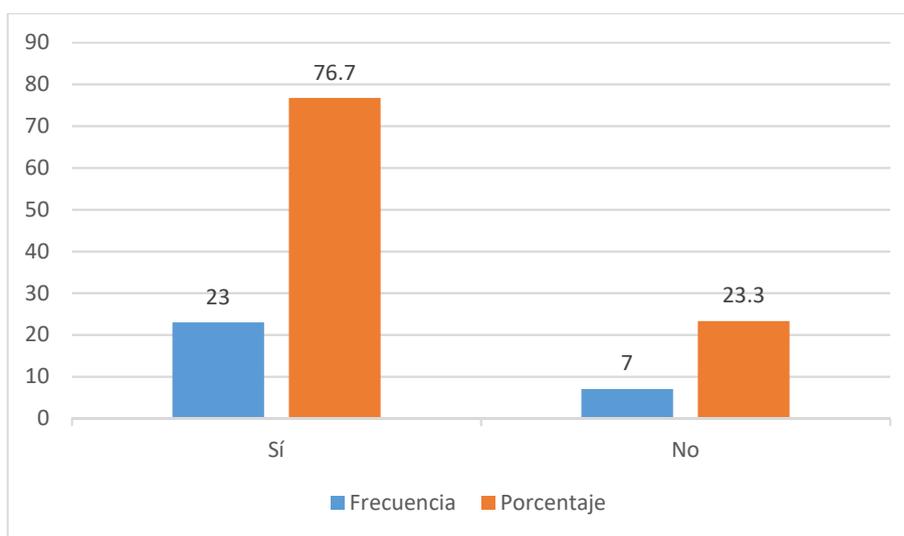


Gráfico 03. Ítem 03.

Fuente: Tabla 28.

Descripción: Del Ítem 03: El 76.7% de los encuestados indican que el software si puede interactuar con otros sistemas, mientras el restante 23.3% manifiesta que el software no puede interactuar con otros sistemas.

Ítem 04: El software se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 29. Ítem 04.

Fuente: Elaboración Propia.

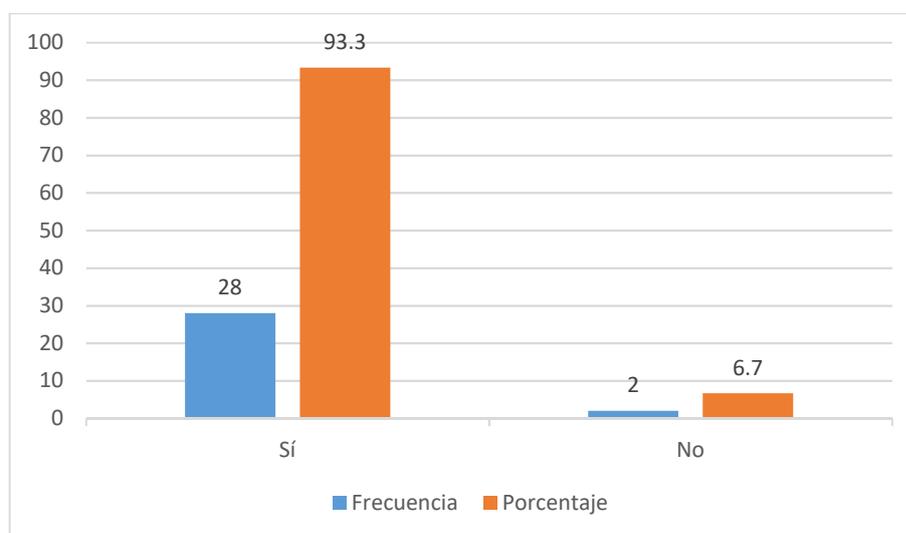


Gráfico 04. Ítem 04.

Fuente: Tabla 29.

Descripción: Del Ítem 04: El 93.3% de los encuestados indican que el software si se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares, mientras el restante 6.7% manifiesta que el software no se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.

Ítem 05: El software previene el acceso no autorizado a los datos.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	22	73,3	73,3	73,3
	No	8	26,7	26,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 30. Ítem 05.

Fuente: Elaboración Propia.

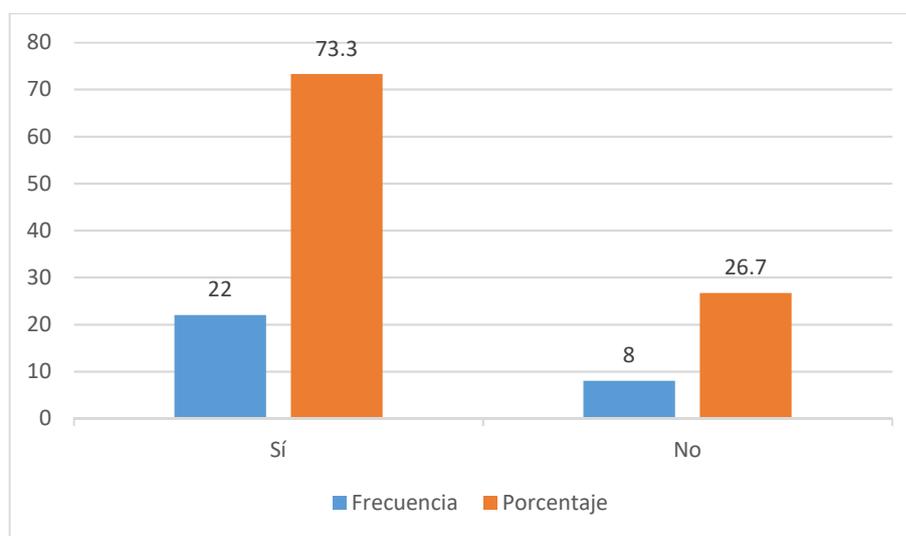


Gráfico 05. Ítem 05.

Fuente: Tabla 30.

Descripción: Del Ítem 05: El 73.3% de los encuestados indican que el software si previene el acceso no autorizado a los datos, mientras el restante 26.7% manifiesta que el software no previene el acceso no autorizado a los datos.

Ítem 06: El software tiene la capacidad de evitar fallas cuando encuentra errores.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	16	53,3	53,3	53,3
	No	14	46,7	46,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 31. Ítem 06.

Fuente: Elaboración Propia.

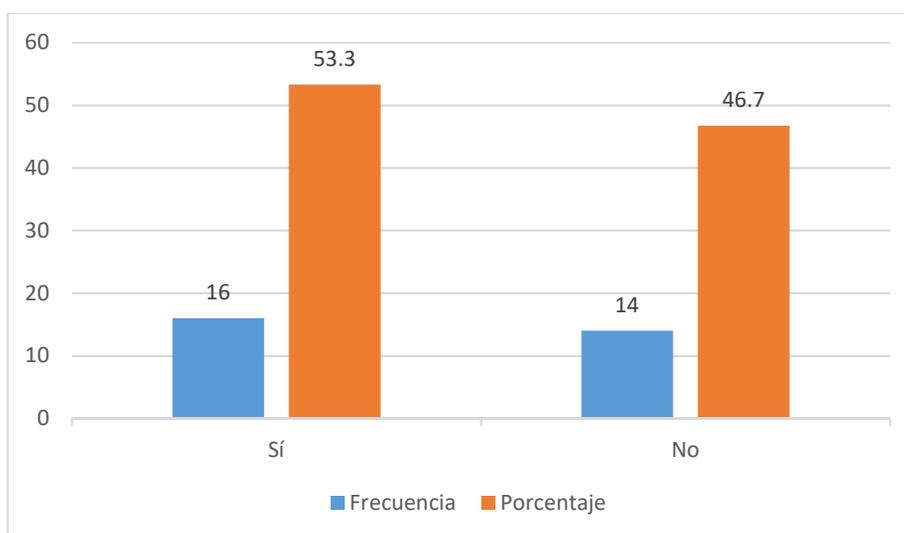


Gráfico 06. Ítem 06.

Fuente: Tabla 31.

Descripción: Del Ítem 06: El 53.3% de los encuestados indican que el software si tiene la capacidad de evitar fallas cuando encuentra errores, mientras el restante 46.7% manifiesta que el software no tiene la capacidad de evitar fallas cuando encuentra errores.

Ítem 07: El software mantiene un nivel de funcionamiento aceptable en caso de fallas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	20	66,7	66,7	66,7
	No	10	33,3	33,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 32. Ítem 07.

Fuente: Elaboración Propia.

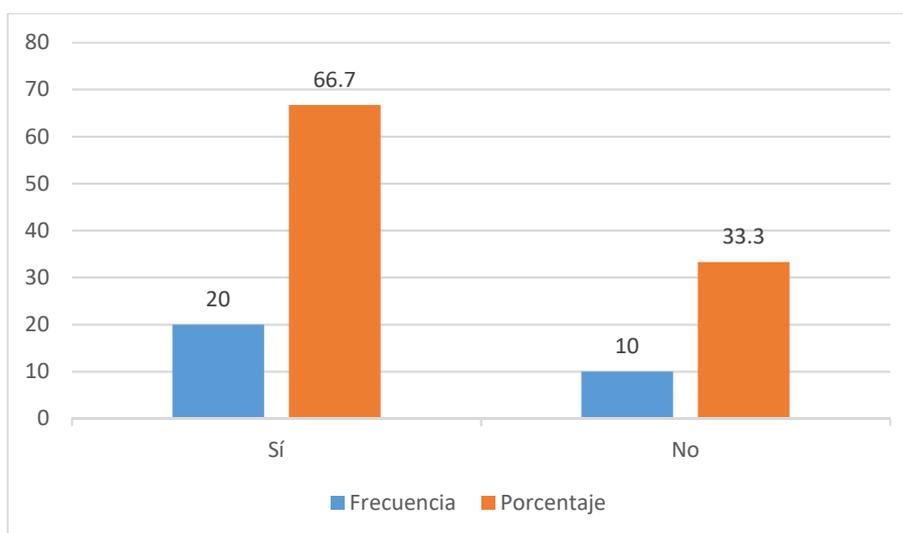


Gráfico 07. Ítem 07.

Fuente: Tabla 32.

Descripción: Del Ítem 07: El 66.7% de los encuestados indican que el software si mantiene un nivel de funcionamiento aceptable en caso de fallas, mientras el restante 33.3% manifiesta que el software no mantiene un nivel de funcionamiento aceptable en caso de fallas.

Ítem 08: El software tiene la capacidad de restablecer su funcionamiento y recuperar datos en caso de fallas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	19	63.3	63.3	63.3
	No	11	36,7	36,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 33. Ítem 08.

Fuente: Elaboración Propia.

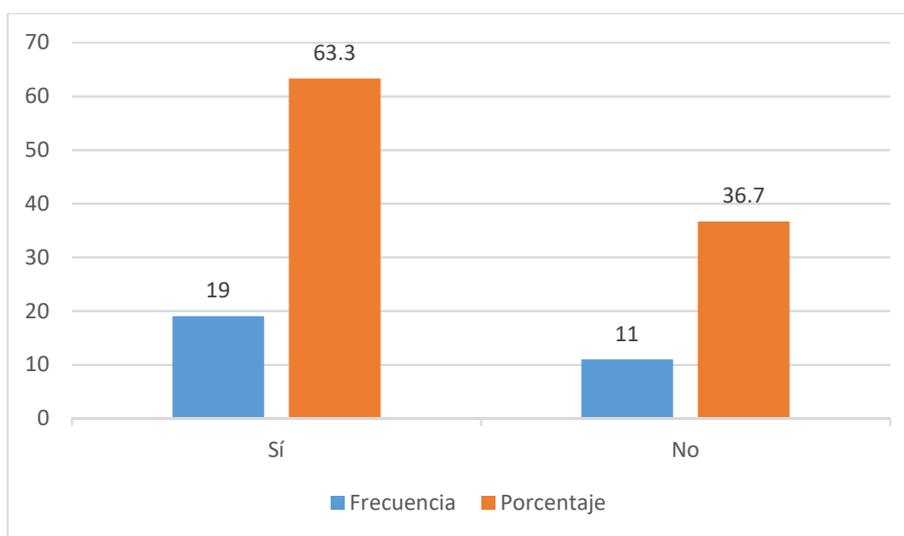


Gráfico 08. Ítem 08.

Fuente: Tabla 33.

Descripción: Del Ítem 08: El 63.3% de los encuestados indican que el software si tiene la capacidad de restablecer su funcionamiento y recuperar datos en caso de fallas, mientras el restante 36.7% manifiesta que el software no tiene la capacidad de restablecer su funcionamiento y recuperar datos en caso de fallas.

Ítem 09: Es fácil reconocer la estructura lógica y los conceptos relativos al software.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	100,0	100,0	100,0
	No	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 34. Ítem 09.

Fuente: Elaboración Propia.

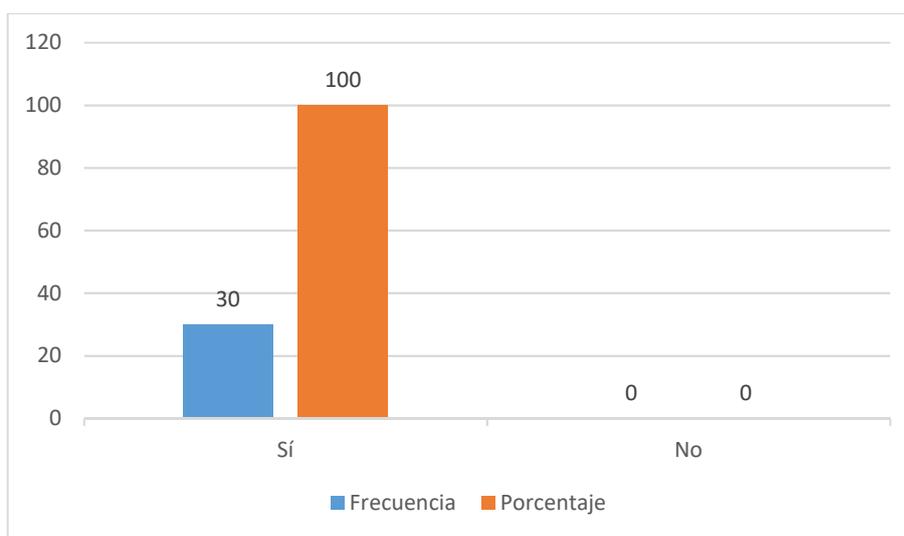


Gráfico 09. Ítem 09.

Fuente: Tabla 34.

Descripción: Del Ítem 09: El 100.0% de los encuestados indican que, si es fácil reconocer la estructura lógica y los conceptos relativos al software, mientras el 0.0% manifiesta que no es fácil reconocer la estructura lógica y los conceptos relativos al software.

Ítem 10: Es fácil aprender a usar el software.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	100,0	100,0	100,0
	No	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 35. Ítem 10.

Fuente: Elaboración Propia.

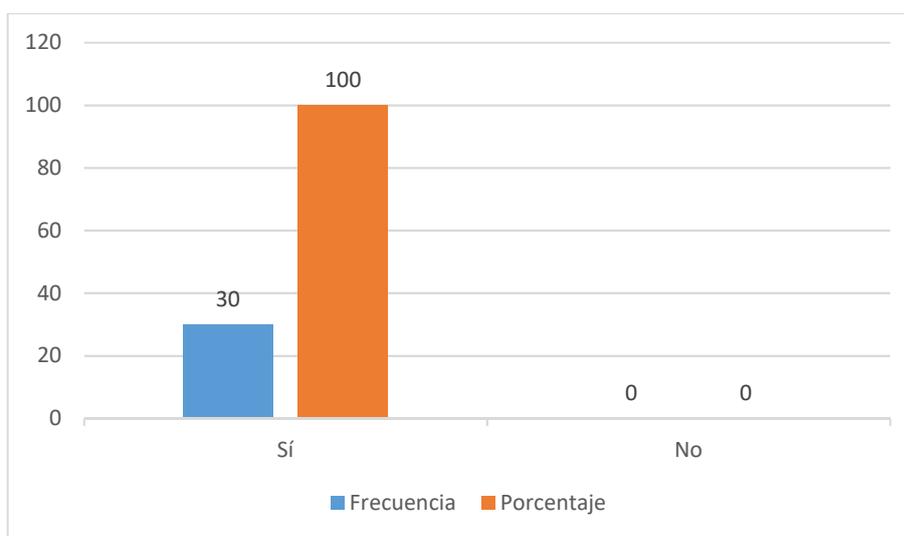


Gráfico 10. Ítem 10.

Fuente: Tabla 35.

Descripción: Del Ítem 10: El 100.0% de los encuestados indican que, si es fácil aprender a usar el software, mientras el 0.0% manifiesta que no es fácil aprender a usar el software.

Ítem 11: El software permite una adecuada operación y control.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	100,0	100,0	100,0
	No	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 36. Ítem 11.

Fuente: Elaboración Propia.

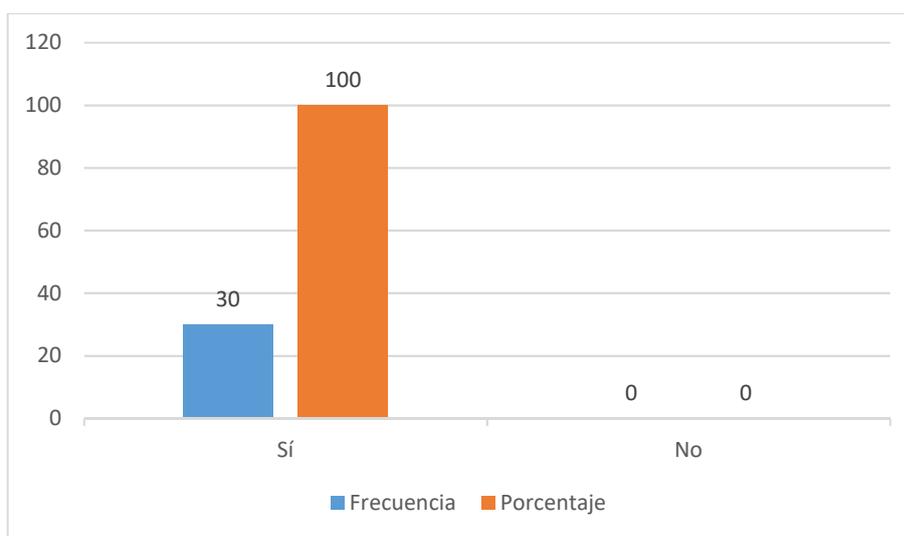


Gráfico 11. Ítem 11.

Fuente: Tabla 36.

Descripción: Del Ítem 11: El 100.0% de los encuestados indican que el software si permite una adecuada operación y control, mientras el 0.0% manifiesta que el software no permite una adecuada operación y control.

Ítem 12: Los tiempos de respuesta y de procesamiento de datos, del software, son adecuados.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	18	60,0	60,0	60,0
	No	12	40,0	40,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 37. Ítem 12.

Fuente: Elaboración Propia.

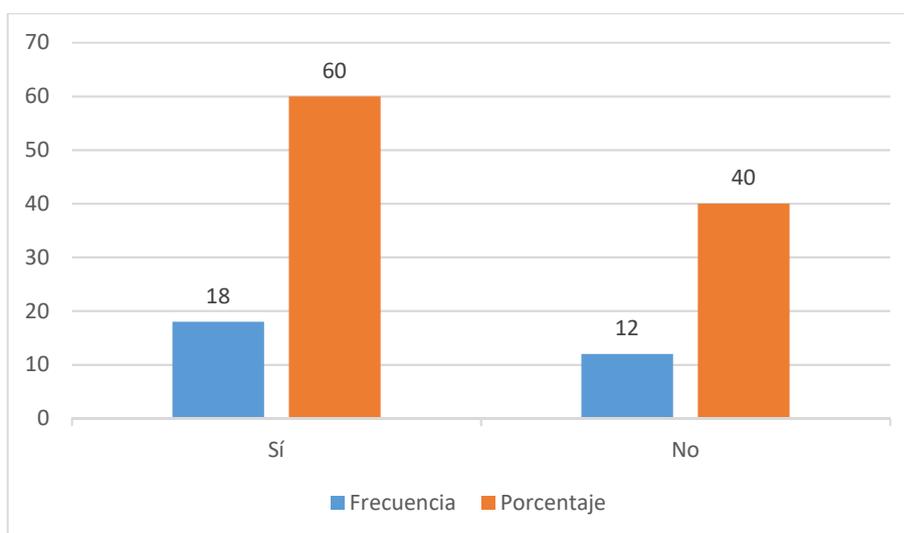


Gráfico 12. Ítem 12.

Fuente: Tabla 37.

Descripción: Del Ítem 12: El 60.0% de los encuestados indican que los tiempos de respuesta y de procesamiento de datos, del software, si son adecuados, mientras el restante 40.0% manifiesta que los tiempos de respuesta y de procesamiento de datos, del software, no son adecuados.

Ítem 13: La cantidad de recursos usados y duración de uso de los mismos, por el software, es adecuada.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	16	53,3	53,3	53,3
	No	14	46,7	46,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 38. Ítem 13.

Fuente: Elaboración Propia.

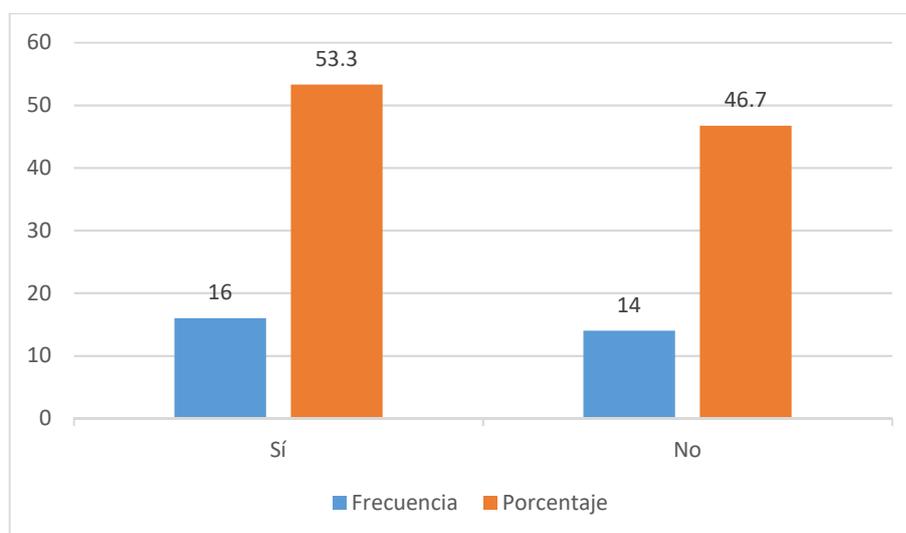


Gráfico 13. Ítem 13.

Fuente: Tabla 38.

Descripción: Del Ítem 13: El 53.3% de los encuestados indican que la cantidad de recursos usados y duración de uso de los mismos, por el software, si es adecuada, mientras el restante 46.7% manifiesta que la cantidad de recursos usados y duración de uso de los mismos, por el software, no es adecuada.

Ítem 14: El software da facilidades para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	25	83,3	83,3	83,3
	No	5	16,7	16,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 39. Ítem 14.

Fuente: Elaboración Propia.

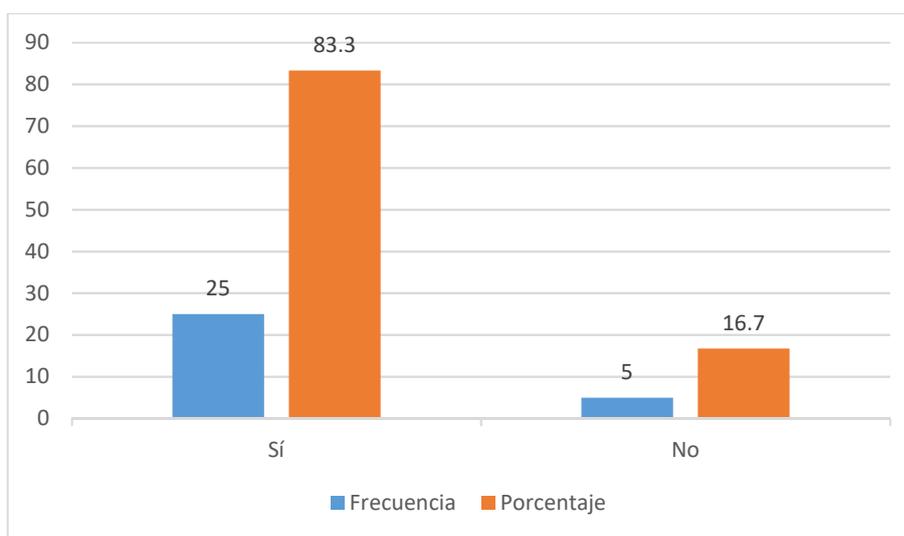


Gráfico 14. Ítem 14.

Fuente: Tabla 39.

Descripción: Del Ítem 14: El 83.3% de los encuestados indican que el software si da facilidades para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas, mientras el restante 16.7% manifiesta que el software no da facilidades para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas.

Ítem 15: El software da facilidades para su modificación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	24	80,0	80,0	80,0
	No	6	20,0	20,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 40. Ítem 15.

Fuente: Elaboración Propia.

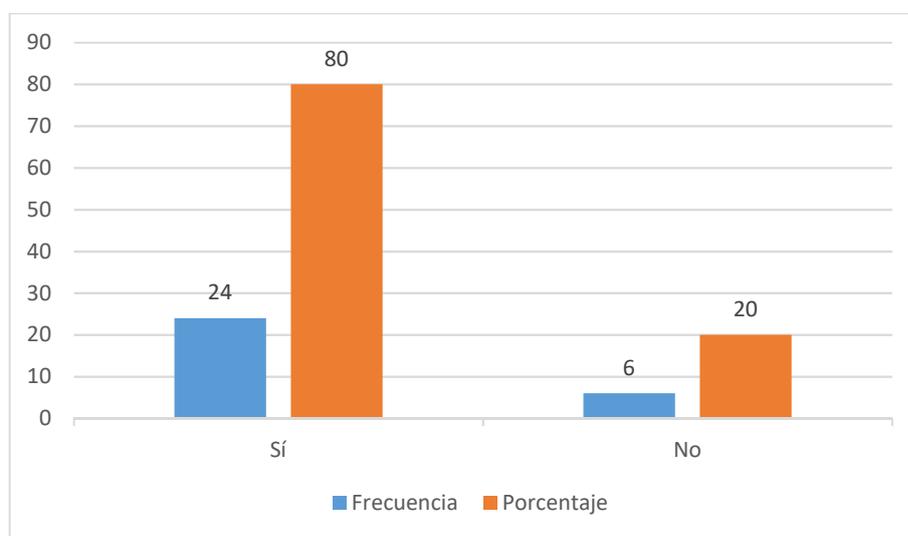


Gráfico 15. Ítem 15.

Fuente: Tabla 40.

Descripción: Del Ítem 15: El 80.0% de los encuestados indican que el software si da facilidades para su modificación, mientras el restante 20.0% manifiesta que el software no da facilidades para su modificación.

Ítem 16: El software permite evaluar los riesgos de efectos inesperados, debido a modificaciones.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	19	63,3	63,3	63,3
	No	11	36,7	36,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 41. Ítem 16.

Fuente: Elaboración Propia.

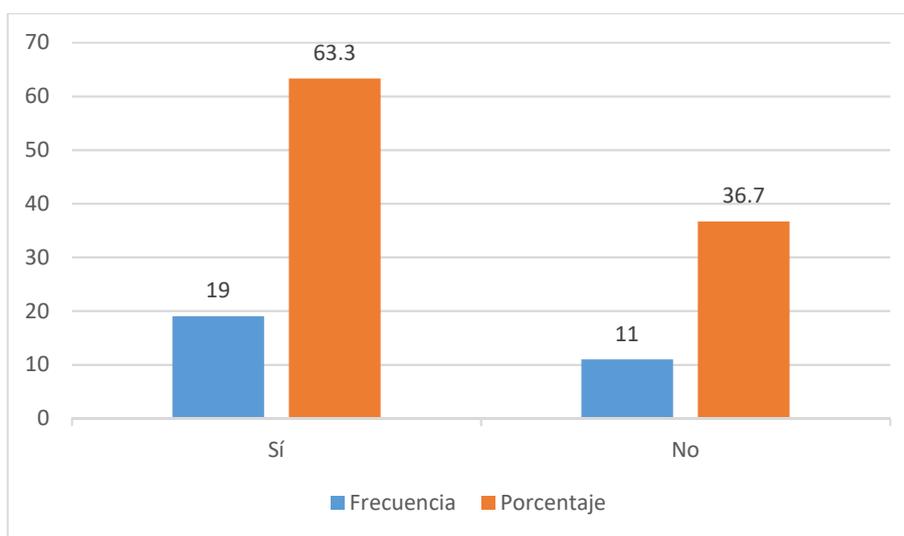


Gráfico 16. Ítem 16.

Fuente: Tabla 41.

Descripción: Del Ítem 16: El 63.3% de los encuestados indican que el software si permite evaluar los riesgos de efectos inesperados, debido a modificaciones, mientras el restante 36.7% manifiesta que el software no permite evaluar los riesgos de efectos inesperados, debido a modificaciones.

Ítem 17: El software permite su validación una vez modificado.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	24	80,0	80,0	80,0
	No	6	20,0	20,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 42. Ítem 17.

Fuente: Elaboración Propia.

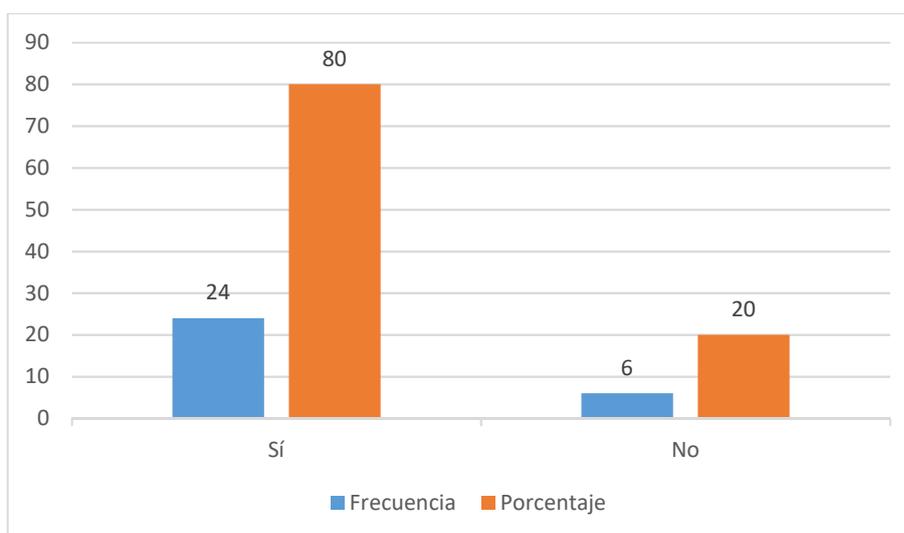


Gráfico 17. Ítem 17.

Fuente: Tabla 42.

Descripción: Del Ítem 17: El 80.0% de los encuestados indican que el software si permite su validación una vez modificado, mientras el restante 20.0% manifiesta que el software no permite su validación una vez modificado.

Ítem 18: El software da la oportunidad de adaptarlo a diferentes escenarios.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 43. Ítem 18.

Fuente: Elaboración Propia.

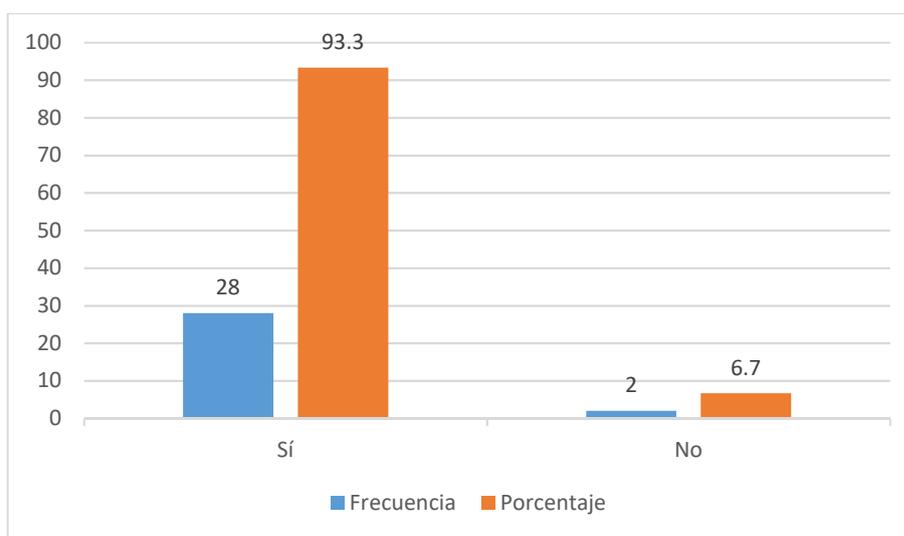


Gráfico 18. Ítem 18.

Fuente: Tabla 43.

Descripción: Del Ítem 18: El 93.3% de los encuestados indican que el software si da la oportunidad de adaptarlo a diferentes escenarios, mientras el restante 6.7% manifiesta que el software no da la oportunidad de adaptarlo a diferentes escenarios.

Ítem 19: El software es fácil de instalar.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 44. Ítem 19.

Fuente: Elaboración Propia.

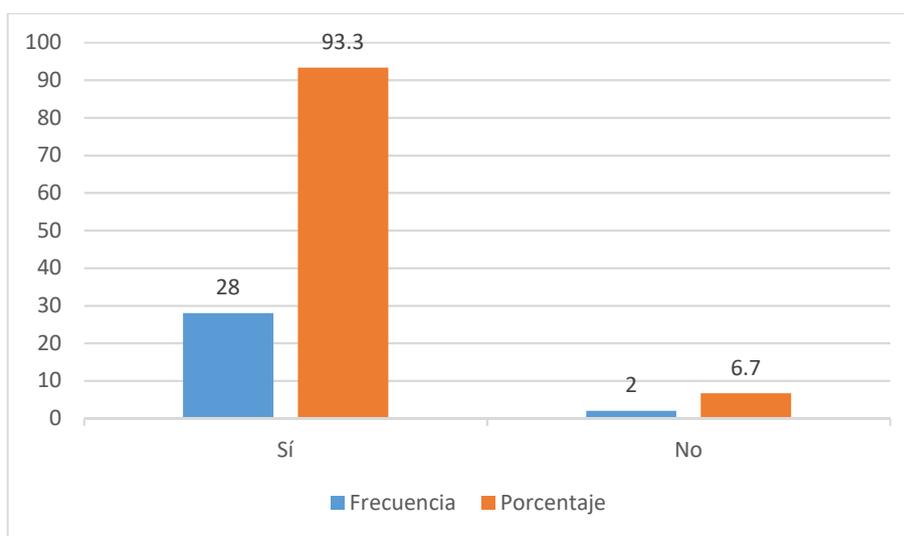


Gráfico 19. Ítem 19.

Fuente: Tabla 44.

Descripción: Del Ítem 19: El 93.3% de los encuestados indican que el software si es fácil de instalar, mientras el restante 6.7% manifiesta que el software no es fácil de instalar.

Ítem 20: El software se adhiere a estándares o convenciones relativas a la portabilidad.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 45. Ítem 20.

Fuente: Elaboración Propia.

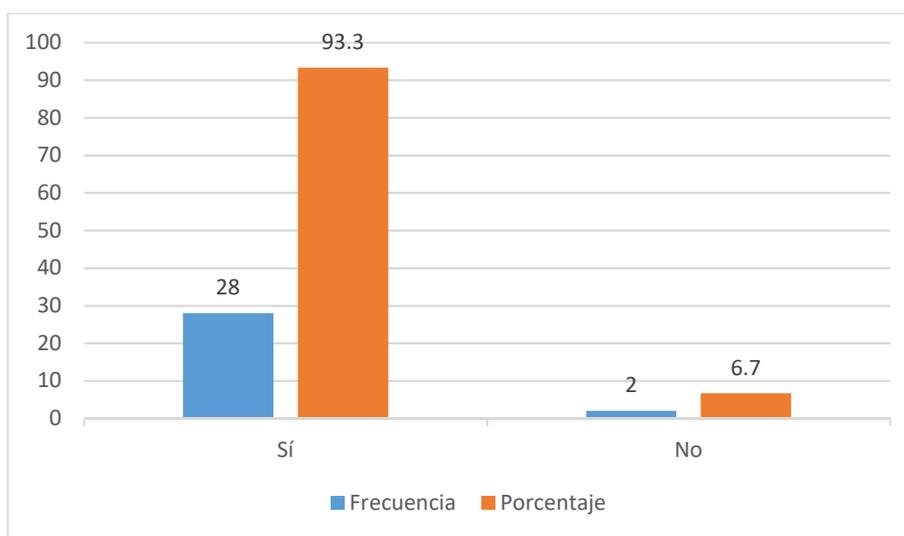


Gráfico 20. Ítem 20.

Fuente: Tabla 45.

Descripción: Del Ítem 20: El 93.3% de los encuestados indican que el software si se adhiere a estándares o convenciones relativas a la portabilidad, mientras el restante 6.7% manifiesta que el software no se adhiere a estándares o convenciones relativas a la portabilidad.

Ítem 21: El software da facilidades para su reemplazo por otro producto similar.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	22	73,3	73,3	73,3
	No	8	26,7	26,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 46. Ítem 21.

Fuente: Elaboración Propia.

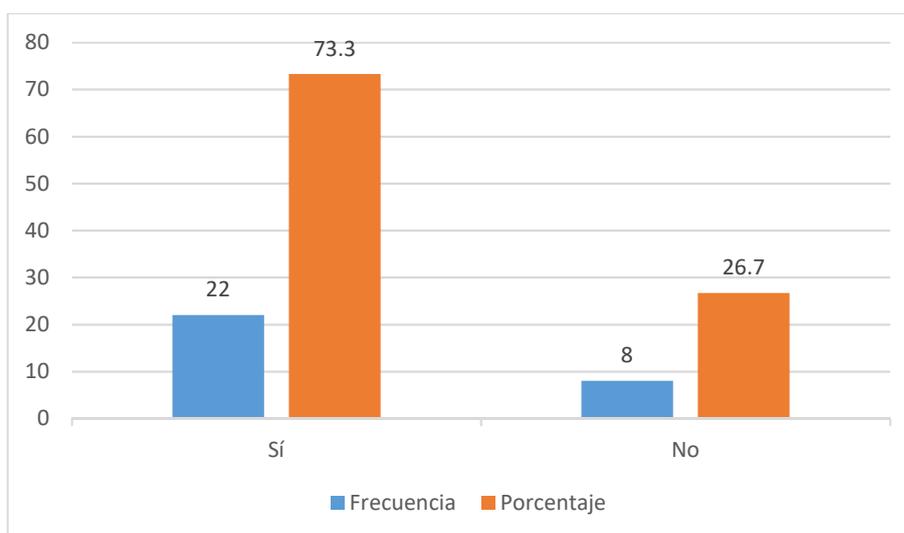


Gráfico 21. Ítem 21.

Fuente: Tabla 46.

Descripción: Del Ítem 21: El 73.3% de los encuestados indican que el software si da facilidades para su reemplazo por otro producto similar, mientras el restante 26.7% manifiesta que el software no da facilidades para su reemplazo por otro producto similar.

Ítem 22: La selección del tipo de cemento es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	100,0	100,0	100,0
	No	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 47. Ítem 22.

Fuente: Elaboración Propia.

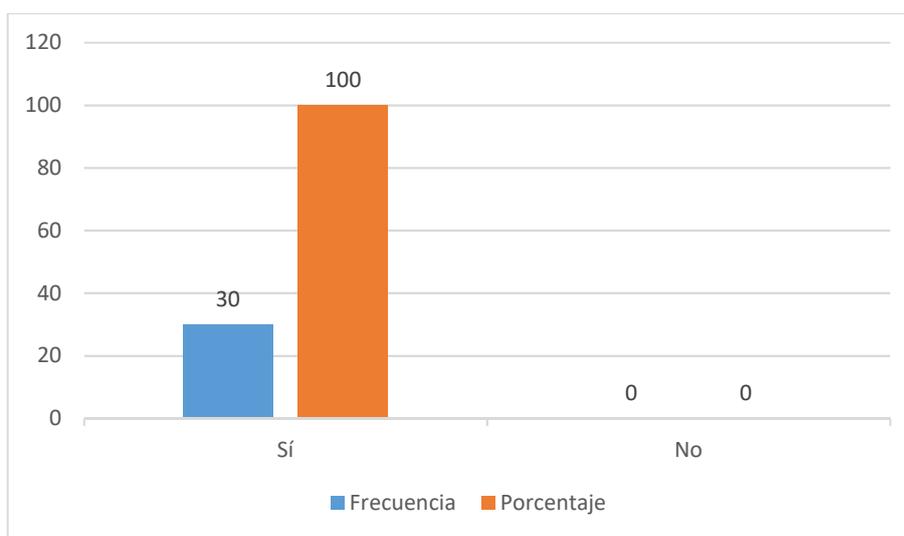


Gráfico 22. Ítem 22.

Fuente: Tabla 47.

Descripción: Del Ítem 22: El 100.0% de los encuestados indican que la selección del tipo de cemento si es correcta, mientras el 0.0% manifiesta que la selección del tipo de cemento no es correcta.

Ítem 23: La selección de los agregados es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	100,0	100,0	100,0
	No	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 48. Ítem 23.

Fuente: Elaboración Propia.

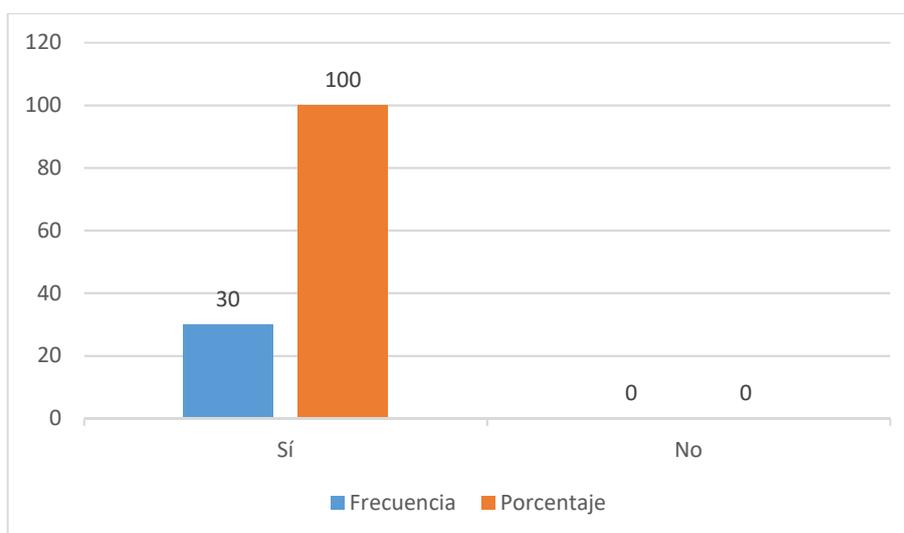


Gráfico 23. Ítem 23.

Fuente: Tabla 48.

Descripción: Del Ítem 23: El 100.0% de los encuestados indican que la selección de los agregados si es correcta, mientras el restante 0.0% manifiesta que la selección de los agregados no es correcta.

Ítem 24: La selección del tipo de aire es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	100,0	100,0	100,0
	No	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 49. Ítem 24.

Fuente: Elaboración Propia.

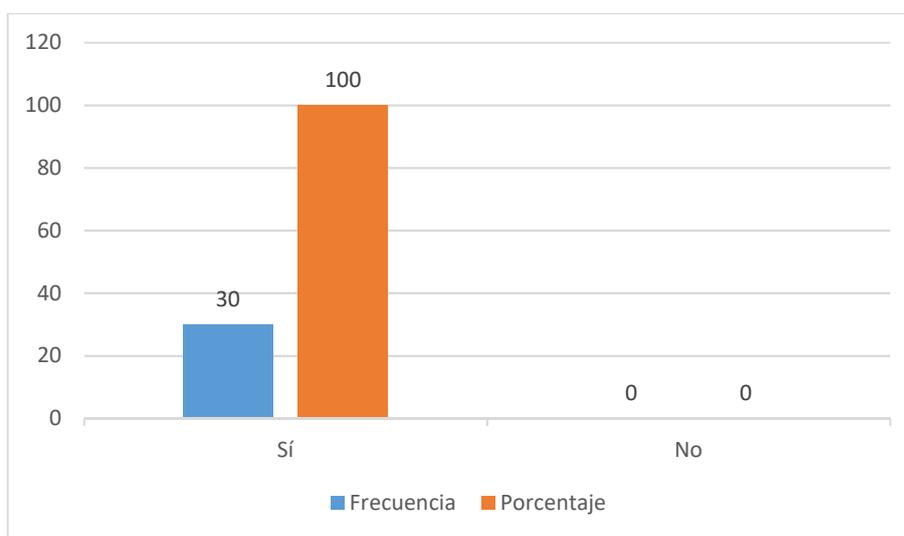


Gráfico 24. Ítem 24.

Fuente: Tabla 49.

Descripción: Del Ítem 24: El 100.0% de los encuestados indican que la selección del tipo de aire si es correcta, mientras el 0.0% manifiesta que la selección del tipo de aire no es correcta.

Ítem 25: La determinación de la resistencia promedio del concreto es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	29	96,7	96,7	96,7
	No	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 50. Ítem 25.

Fuente: Elaboración Propia.

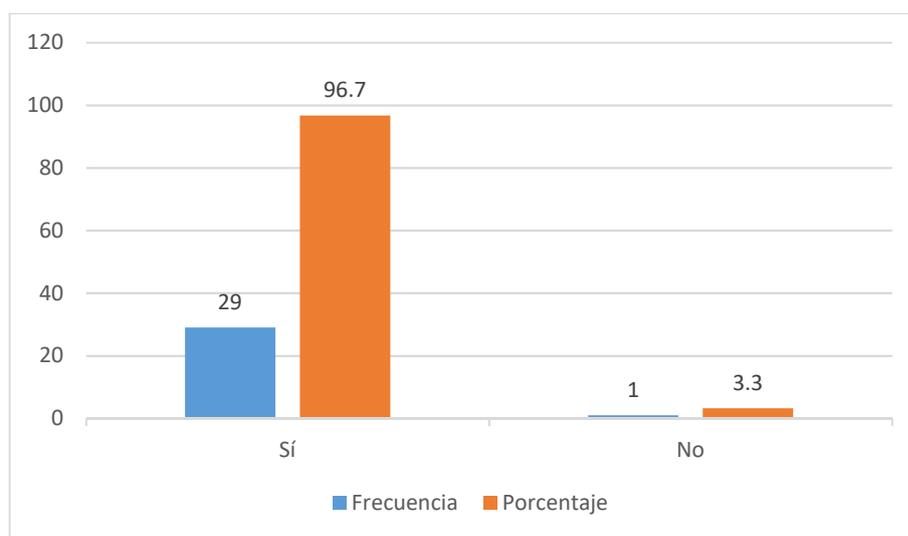


Gráfico 25. Ítem 25.

Fuente: Tabla 50.

Descripción: Del Ítem 25: El 96.7% de los encuestados indican que la determinación de la resistencia promedio del concreto si es correcta, mientras el restante 3.3% manifiesta que la determinación de la resistencia promedio del concreto no es correcta.

Ítem 26: La selección del tamaño máximo nominal del agregado es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	100,0	100,0	100,0
	No	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 51. Ítem 26.

Fuente: Elaboración Propia.

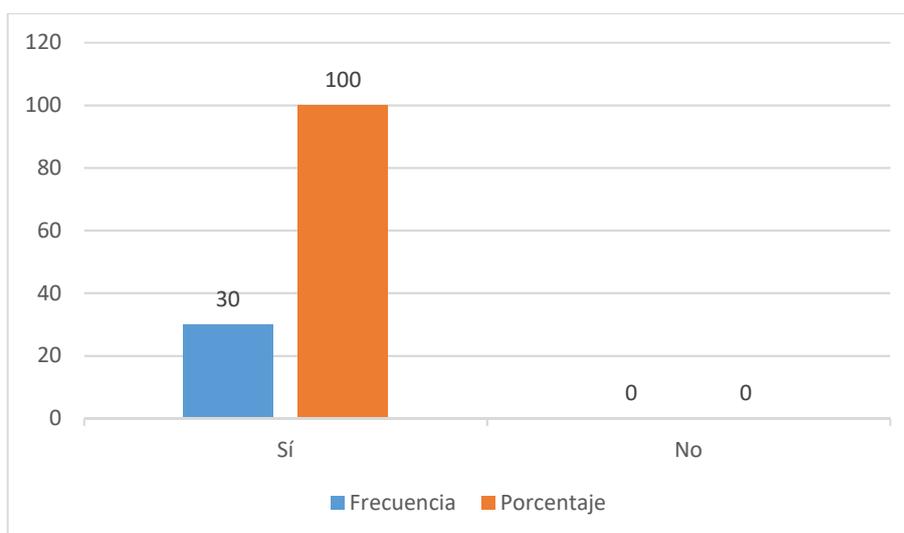


Gráfico 26. Ítem 26.

Fuente: Tabla 51.

Descripción: Del Ítem 26: El 100.0% de los encuestados indican que la selección del tamaño máximo nominal del agregado si es correcta, mientras el 0.0% manifiesta que la selección del tamaño máximo nominal del agregado no es correcta.

Ítem 27: La selección del asentamiento es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	29	96,7	96,7	96,7
	No	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 52. Ítem 27.

Fuente: Elaboración Propia.

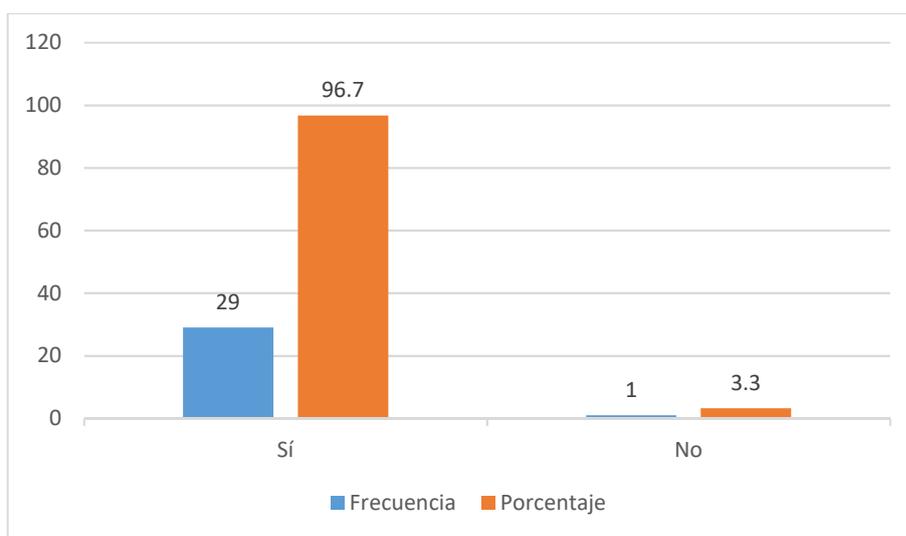


Gráfico 27. Ítem 27.

Fuente: Tabla 52.

Descripción: Del Ítem 27: El 96.7% de los encuestados indican que la selección del asentamiento si es correcta, mientras el restante 3.3% manifiesta que la selección del asentamiento no es correcta.

Ítem 28: La selección del volumen de agua es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 53. Ítem 28.

Fuente: Elaboración Propia.

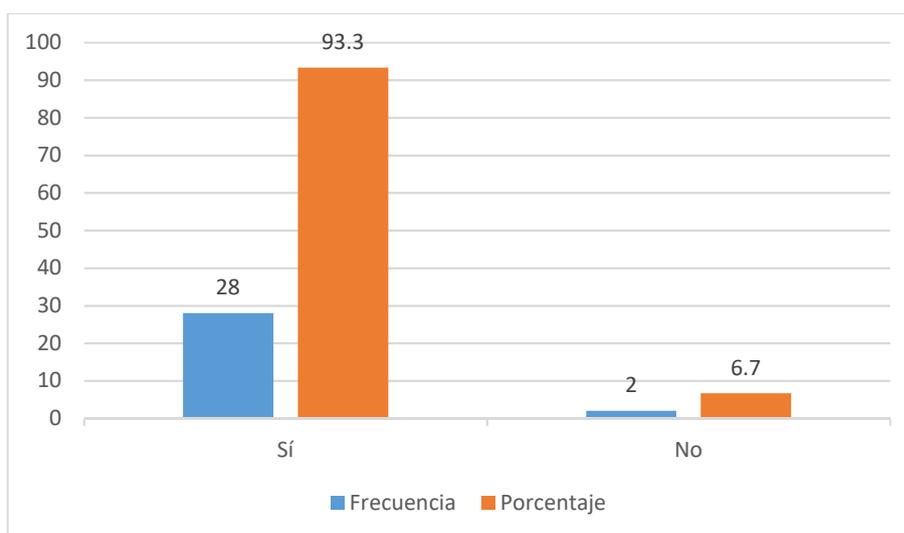


Gráfico 28. Ítem 28.

Fuente: Tabla 53.

Descripción: Del Ítem 28: El 93.3% de los encuestados indican que la selección del volumen de agua si es correcta, mientras el restante 6.7% manifiesta que la selección del volumen de agua no es correcta.

Ítem 29: La selección del contenido de aire es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	100,0	100,0	96,7
	No	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 54. Ítem 29.

Fuente: Elaboración Propia.

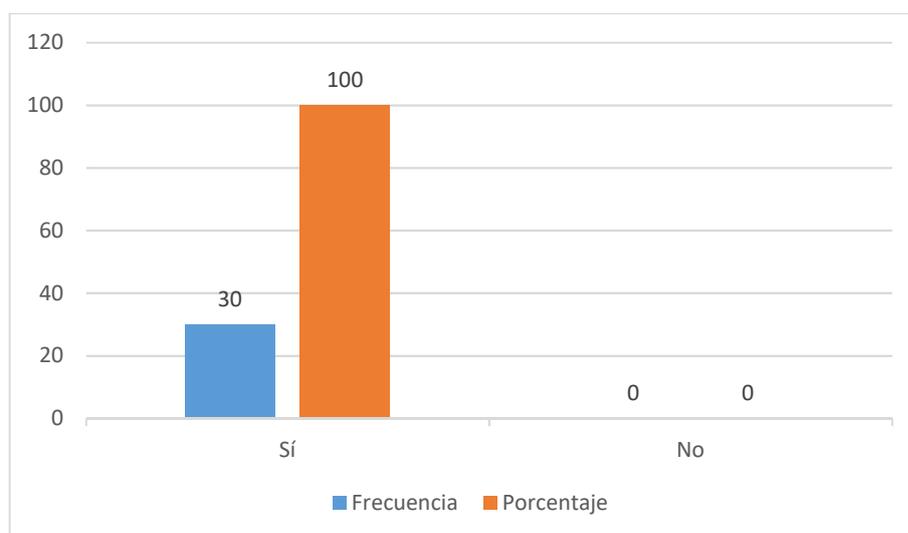


Gráfico 29. Ítem 29.

Fuente: Tabla 54.

Descripción: Del Ítem 29: El 100.0% de los encuestados indican que la selección del contenido de aire si es correcta, mientras el 0.0% manifiesta que la selección del contenido de aire no es correcta.

Ítem 30: La selección de la relación agua/cemento por resistencia es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	100,0	100,0	100,0
	No	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 55. Ítem 30.

Fuente: Elaboración Propia.

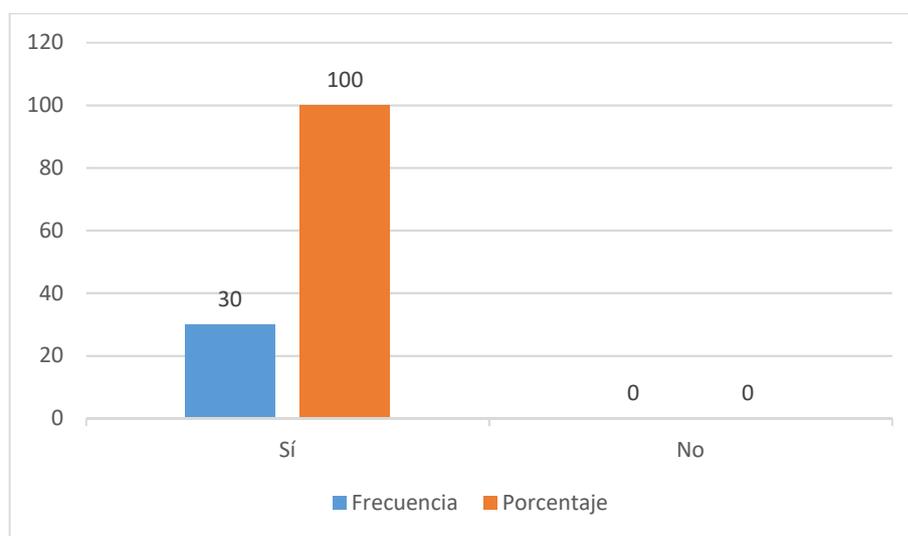


Gráfico 30. Ítem 30.

Fuente: Tabla 55.

Descripción: Del Ítem 30: El 100.0% de los encuestados indican que la selección de la relación agua/cemento por resistencia si es correcta, mientras el 0.0% manifiesta que La selección de la relación agua/cemento por resistencia no es correcta.

Ítem 31: La selección de la relación agua/cemento por durabilidad es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	29	96,7	96,7	96,7
	No	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 56. Ítem 31.

Fuente: Elaboración Propia.

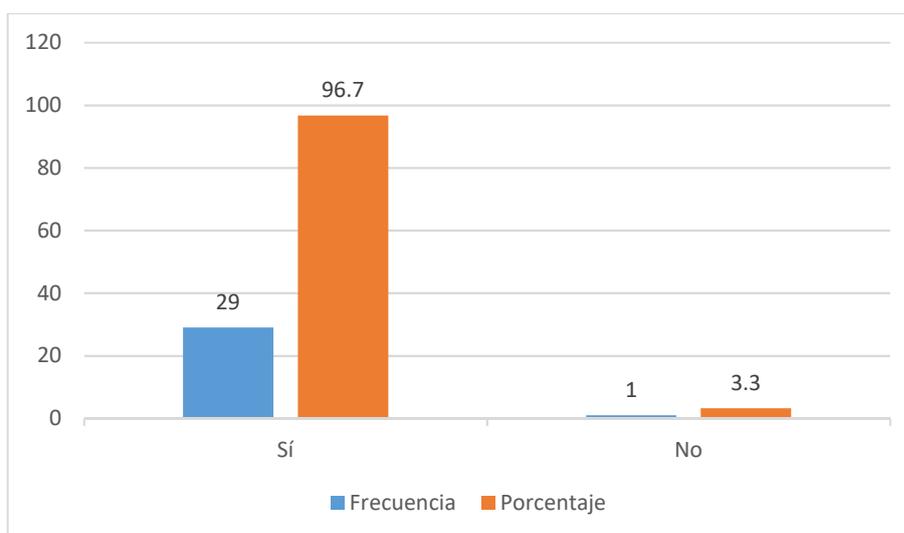


Gráfico 31. Ítem 31.

Fuente: Tabla 56.

Descripción: Del Ítem 31: El 96.7% de los encuestados indican que la selección de la relación agua/cemento por durabilidad si es correcta, mientras el restante 3.3% manifiesta que La selección de la relación agua/cemento por durabilidad no es correcta.

Ítem 32: El cálculo de la proporción de cemento es correcto.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	29	96,7	96,7	96,7
	No	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 57. Ítem 32.

Fuente: Elaboración Propia.

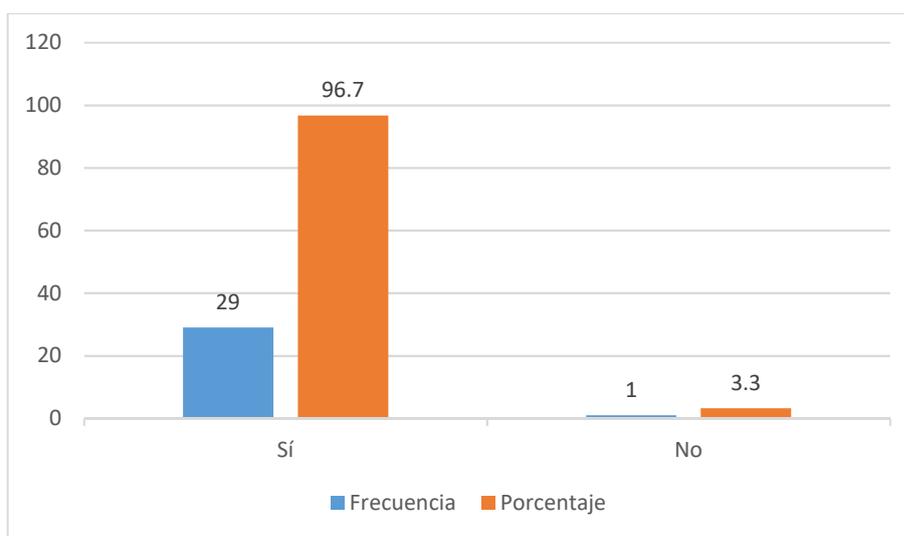


Gráfico 32. Ítem 32.

Fuente: Tabla 57.

Descripción: Del Ítem 32: El 96.7% de los encuestados indican que el cálculo de la proporción de cemento si es correcto, mientras el restante 3.3% manifiesta que el cálculo de la proporción de cemento no es correcto.

Ítem 33: La selección de la proporción de agregado grueso es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 58. Ítem 33.

Fuente: Elaboración Propia.

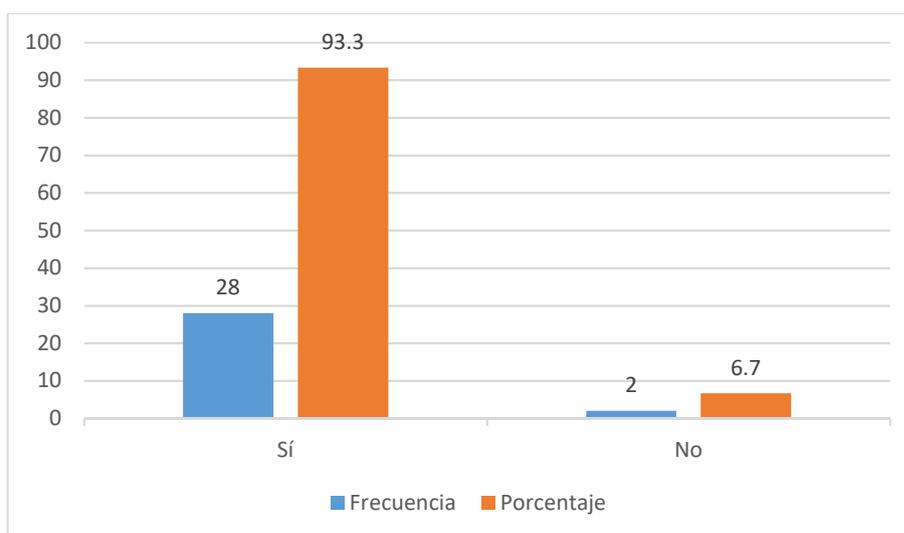


Gráfico 33. Ítem 33.

Fuente: Tabla 58.

Descripción: Del Ítem 33: El 93.3% de los encuestados indican que la selección de la proporción de agregado grueso si es correcta, mientras el restante 6.7% manifiesta que la selección de la proporción de agregado grueso no es correcta.

Ítem 34: La selección de la proporción de agregado fino es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 59. Ítem 34.

Fuente: Elaboración Propia.

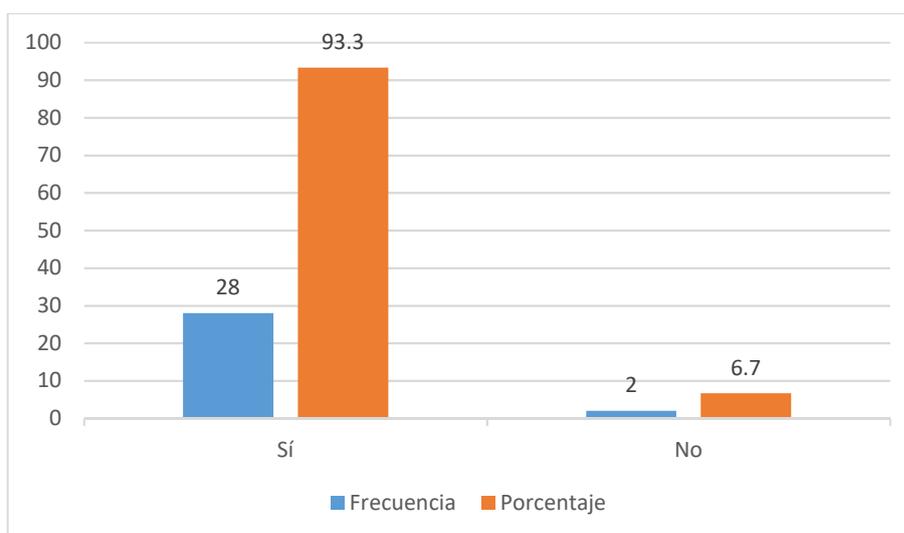


Gráfico 34. Ítem 34.

Fuente: Tabla 59.

Descripción: Del Ítem 34: El 93.3% de los encuestados indican que la selección de la proporción de agregado fino si es correcta, mientras el restante 6.7% manifiesta que la selección de la proporción de agregado fino no es correcta.

Ítem 35: Las correcciones por absorción y contenido de humedad del agregado son correctas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 60. Ítem 35.

Fuente: Elaboración Propia.

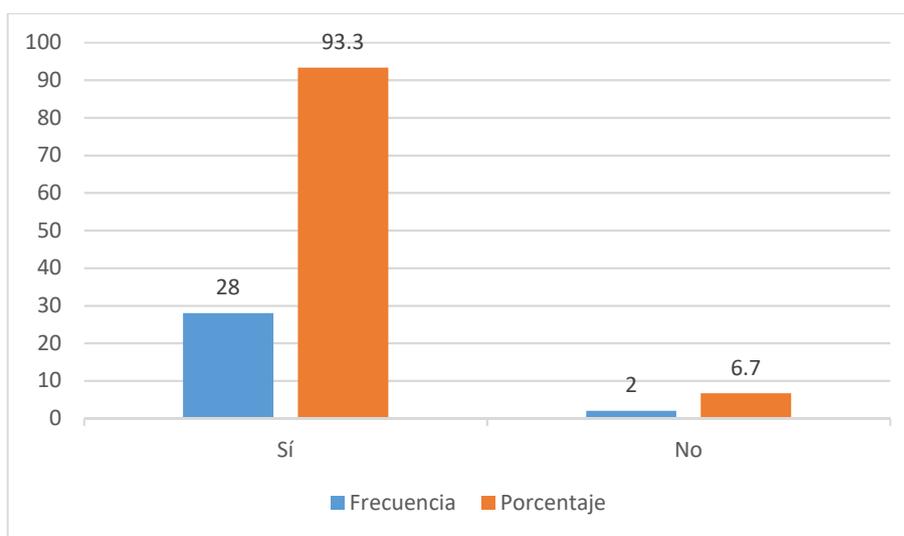


Gráfico 35. Ítem 35.

Fuente: Tabla 60.

Descripción: Del Ítem 35: El 93.3% de los encuestados indican que las correcciones por absorción y contenido de humedad del agregado si son correctas, mientras el restante 6.7% manifiesta que las correcciones por absorción y contenido de humedad del agregado no son correctas.

Ítem 36: La aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, es de calidad.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	24	80,0	80,0	80,0
	No	6	20,0	20,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 61. Ítem 36.

Fuente: Elaboración Propia.

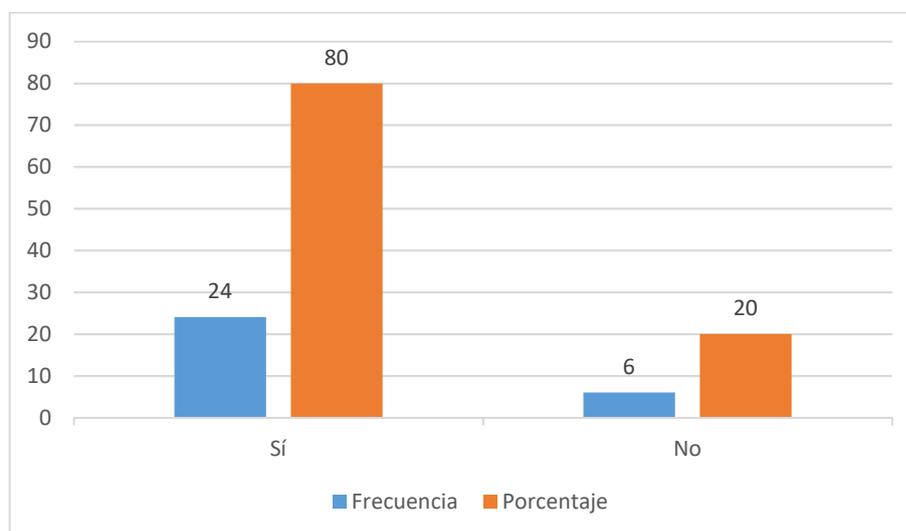


Gráfico 36. Ítem 36.

Fuente: Tabla 61.

Descripción: Del Ítem 36: El 80.0% de los encuestados indican que la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, si es de calidad, mientras el restante 20.0% manifiesta que la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, no es de calidad.

Ítem 37: El diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, es correcto.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 62. Ítem 37.

Fuente: Elaboración Propia.

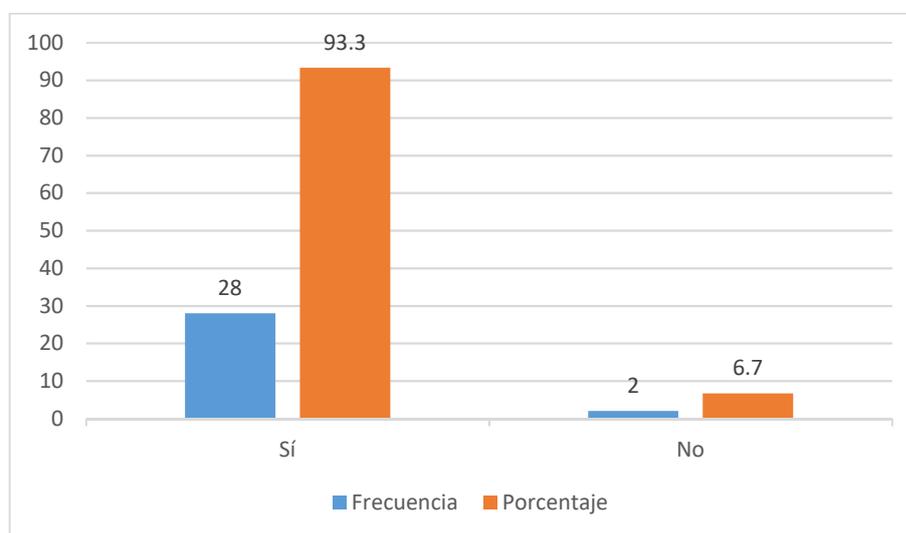


Gráfico 37. Ítem 37.

Fuente: Tabla 62.

Descripción: Del Ítem 37: El 93.3% de los encuestados indican que el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, si es correcto, mientras el restante 6.7% manifiesta que el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, no es correcto.

Ítem 38: La selección de materiales de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	100,0	100,0	100,0
	No	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 63. Ítem 38.

Fuente: Elaboración Propia.

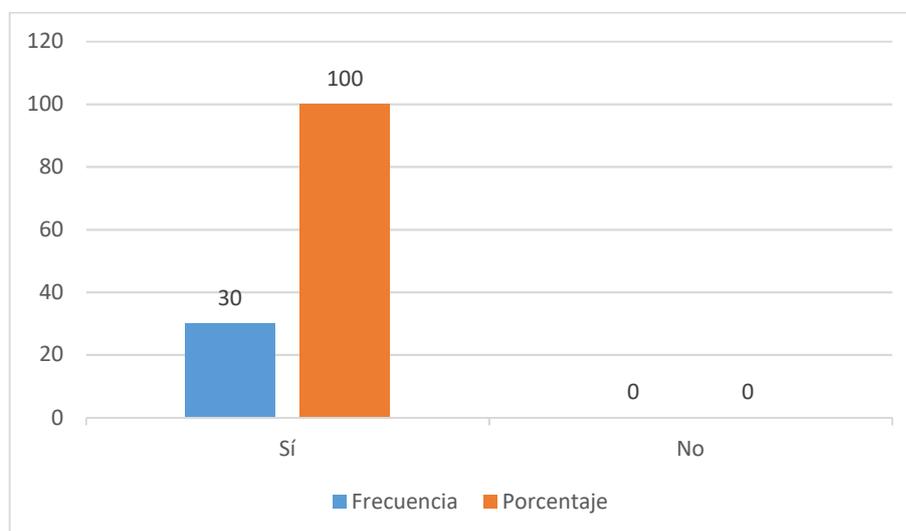


Gráfico 38. Ítem 38.

Fuente: Tabla 63.

Descripción: Del Ítem 37: El 100.0% de los encuestados indican que la selección de materiales de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, si es correcta, mientras el 0.0% manifiesta que la selección de materiales de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, no es correcta.

Ítem 39: La determinación de valores previos de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	29	96,7	96,7	96,7
	No	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 64. Ítem 39.

Fuente: Elaboración Propia.

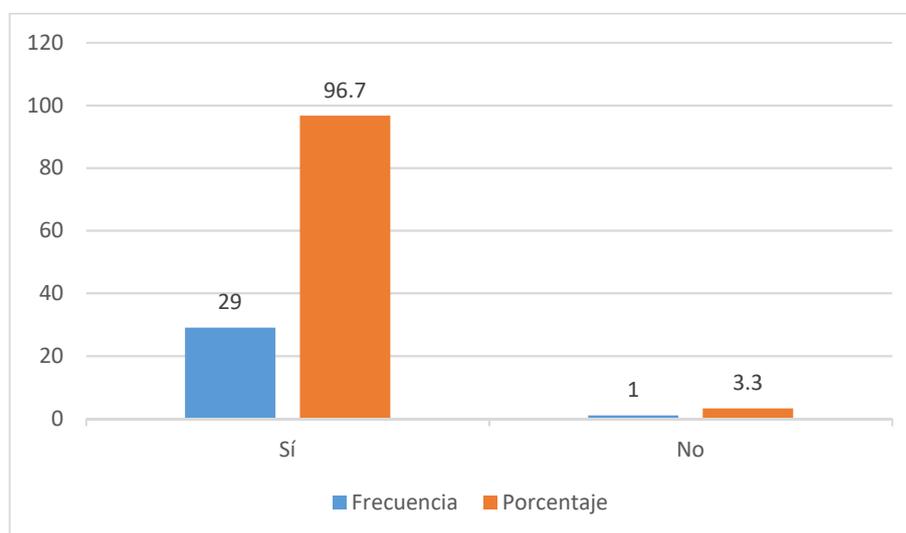


Gráfico 39. Ítem 39.

Fuente: Tabla 64.

Descripción: Del Ítem 37: El 96.7% de los encuestados indican que la determinación de valores previos de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, si es correcta, mientras el restante 3.3% manifiesta que la determinación de valores previos de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, no es correcta.

Ítem 40: La selección de las proporciones de los materiales de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, es correcta.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 65. Ítem 40.

Fuente: Elaboración Propia.

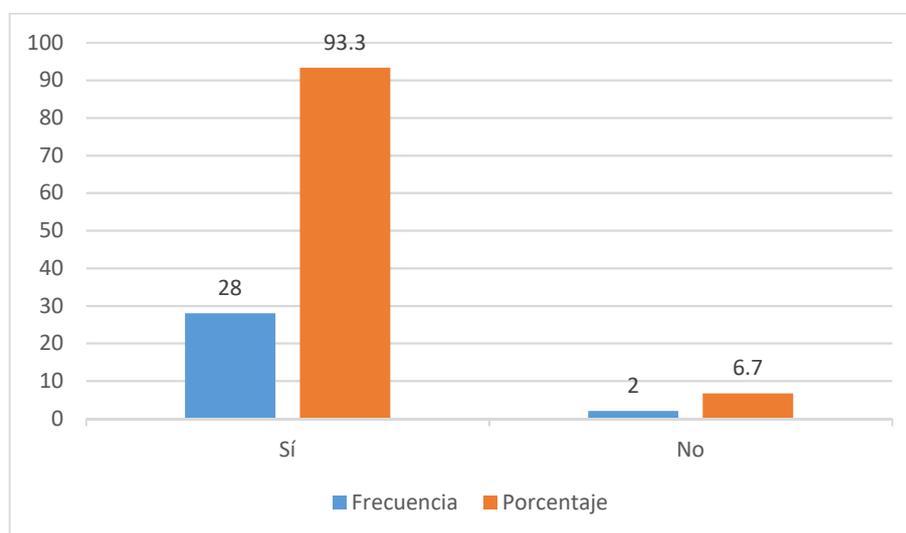


Gráfico 40. Ítem 40.

Fuente: Tabla 65.

Descripción: Del Ítem 37: El 93.3% de los encuestados indican que la selección de las proporciones de los materiales de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, si es correcta, mientras el restante 6.7% manifiesta que la selección de las proporciones de los materiales de la aplicación móvil Implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, no es correcta.

5.2. Contratación de Hipótesis

La hipótesis general se contrasto mediante el Análisis Factorial, que consiste en utilizar todos los datos para su influencia pertinente mediante la rotación matricial y por el cuadro de esfericidad de Barlett y KMO que contiene al chi-cuadro calculado.

Mediante estos métodos se contrasto la hipótesis general y se determinó la influencia de la calidad de software en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

		Calidad	Diseño
Calidad	Correlación de Pearson	1	,200
	Sig. (bilateral)		,288
	N	30	30
Diseño	Correlación de Pearson	,200	1
	Sig. (bilateral)	,288	
	N	30	30

Tabla 66. Matriz de Correlaciones (Hipótesis General).

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro se observa la influencia en términos relativos entre las dimensiones de la variable independiente y las dimensiones de la variable dependiente.

a. Planteo de las hipótesis

H₀: “La calidad de software NO influye en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca”

H₁: “La calidad de software SI influye en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca”

b. n.s. = 0.05

c. La variable estadística de decisión “chi-cuadrado”

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,500
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	1,128
	gl	1
	Sig.	,288

Tabla 67. KMO y Prueba de Bartlett (Hipótesis General).
Fuente: Elaboración Propia.

d. La contrastación de la hipótesis

chi-cuadrado (X^2) calculado = 1.128

gl = 1

X^2 tabulado: 0.95 de probabilidad y 1 grado de libertad.

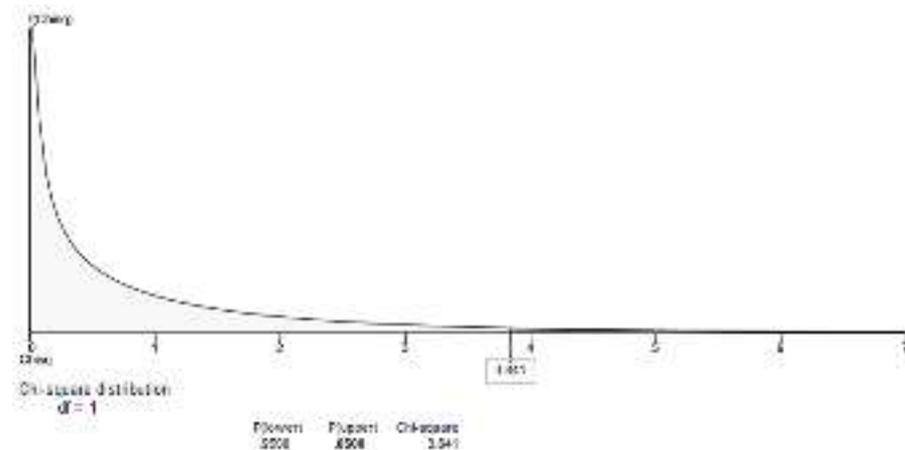


Gráfico 41. KMO y Prueba de Bartlett (Hipótesis General).
Fuente: Elaboración Propia.

La parte no sombreada es el nivel de confianza de la prueba.

La parte sombreada es el error de la prueba.

Finalmente se observa en la figura que X^2 calculado es menor que la X^2 tabulado obtenido de la tabla. Por lo que, según el gráfico pertenece a la región de aceptación (parte sombreada) es decir se acepta la H_0 (hipótesis nula).

X^2 calculado: 1.128 < X^2 tabulado: 3.841.

e. Conclusión

Se puede concluir que “La calidad de software NO influye en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca”, a un nivel de significación del 5%.

VI. DISCUSIÓN

6.1. Análisis de Discusión de Resultados

Considerando los resultados obtenidos en las encuestas y de su respectivo análisis para la contrastación de la hipótesis planteada al comenzar, se nos muestra que no hay influencia de la calidad de software en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

Según los resultados, la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, tiene una calidad muy alta en la dimensión de usabilidad; una calidad alta en las dimensiones de funcionalidad y portabilidad; una calidad media-alta en la dimensión de mantenibilidad; y una calidad media en las dimensiones de confiabilidad y eficiencia. Considerando todas las dimensiones podemos afirmar que la aplicación posee una calidad alta.

Según los resultados, el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, es perfecto en la selección de materiales; y con ligeros errores en la determinación de valores previos y la selección de las proporciones de los materiales. Considerando todas las dimensiones podemos afirmar el diseño de mezclas de concreto de la aplicación es correcto.

Según la contrastación de la hipótesis, podemos concluir que no existe influencia de la calidad de software en el diseño de mezclas de concreto, esta situación se da debido a que la calidad de software aparte de medir la eficacia, elemento principal del análisis del diseño de mezclas de concreto, también mide otros factores como la eficiencia, portabilidad, usabilidad, etc., elementos

que no son considerados al calificar un diseño de mezclas de concreto como correcto, pero que si afectan en el proceso de desarrollo de este, haciendo que sea más fácil y permitiendo desarrollar mayor cantidad de diseños en menos tiempo.

VII. CONCLUSIONES

7.1. Conclusiones

Las conclusiones de la presente investigación fueron las siguientes:

PRIMERA

La calidad de software no influye en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, a un nivel de significación del 5%; donde al contrastarse mediante el Análisis Factorial que consistió en utilizar todos los datos para su influencia pertinente mediante la rotación matricial y por el cuadro de esfericidad de Barlett y KMO que contiene al chi-cuadrado calculado, quedo aceptada la hipótesis nula.

SEGUNDA

La calidad de software no influye en la selección de materiales del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, a un nivel de significación del 5%; donde al contrastarse mediante el Análisis Factorial que consistió en utilizar todos los datos para su influencia pertinente mediante la rotación matricial y por el cuadro de esfericidad de Barlett y KMO que contiene al chi-cuadrado calculado, quedo aceptada la hipótesis nula.

TERCERA

La calidad de software no influye en la determinación de valores previos del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, a un nivel de significación del 5%; donde al contrastarse mediante el Análisis Factorial que consistió en utilizar todos los datos para su influencia pertinente mediante la rotación matricial y por el cuadro de esfericidad de Barlett y KMO que contiene al chi-cuadrado calculado, quedo aceptada la hipótesis nula.

CUARTA

La calidad de software no influye en la selección de las proporciones de materiales del diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, a un nivel de significación del 5%; donde al contrastarse mediante el Análisis Factorial que consistió en utilizar todos los datos para su influencia pertinente mediante la rotación matricial y por el cuadro de esfericidad de Barlett y KMO que contiene al chi-cuadrado calculado, quedo aceptada la hipótesis nula.

QUINTA

La aplicación móvil implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, si presenta los estándares de calidad adecuados.

VIII. RECOMENDACIONES

8.1. Recomendaciones

Las recomendaciones de la presente investigación son las siguientes:

A pesar de demostrar que la calidad de software no tiene influencia en el diseño de mezclas de concreto, es importante que una aplicación como la estudiada, posea altos niveles de calidad, para así asegurar, no solo una correcta eficacia, sino también una correcta funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.

Se deben realizar esfuerzos en mejorar la calidad de software, en aspectos (de mayor a menor esfuerzo) tales como nivel de madurez, comportamiento respecto a los recursos, comportamiento con respecto al tiempo, recuperación, estabilidad y tolerancia a fallas; y realizar pequeñas correcciones en aspectos como seguridad, capacidad de reemplazo, interoperabilidad, capacidad de modificación, facilidad de prueba y capacidad de análisis.

En referencia a la eficacia de la aplicación, es decir su capacidad de diseñar mezclas de concreto correctas, se debería hacer ajustes en la selección del volumen de agua, selección de la proporción de agregado grueso, selección de la proporción de agregado fino y correcciones por absorción y contenido de humedad del agregado; así como verificar la eficacia de la selección de la resistencia promedio del concreto, selección del asentamiento, selección de la relación agua/cemento por durabilidad y cálculo de la proporción de cemento.

Una aplicación móvil de diseño de mezclas de concreto eficaz, asegura una correcta selección de los materiales, determinación de valores previos y selección de las proporciones de los materiales del concreto, por consiguiente, aumenta la calidad del concreto elaborado, mejorando la seguridad de las

personas que se encuentren en una edificación construida con dicho concreto, sobre todo ante fenómenos naturales.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI 211.1-85. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.
- ACI 212. IR-81. Admixtures for Concrete.
- ACI 221R-84. Guide for Use of Normal Weight Aggregate in Concrete.
- ACI 301-84. Specifications for Structural Concrete for Building.
- ACI 318-89. Building Code Requirements for Reinforced Concrete.
- ACI 318.1-83. Building Code Requirement for Structural Plain Concrete.
- ACI 531-79. Building Code Requirement for Concrete Masonry.
- ACI EI-78. Aggregates for Concrete.
- ACI SP 46. Proportioning Concrete Mixed.
- ACI SP 47. Durability of Concrete.
- ACI SP 49. Corrosion of Metals in Concrete.
- Alaimo, D. M. (2013). *Proyectos Agiles con SCRUM* (1st ed.). Buenos Aires.
- A. M. Neville. *Properties of Concrete*.
- Arias Odon, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. (6th ed.). Caracas. <https://doi.org/Q180.55-M4A7>.
- Arjonilla Dominguez, S. J., & Medina Garrido, J. A. (2013). *La Gestión de los Sistemas de Información en la empresa. Teoría y casos prácticos*. Madrid.
- D. F. Orchard. *Concrete Technology*.
- Dominguez Coutiño, L. A. (2012). *Análisis de sistemas de información* (1st ed.). México.
- Espinoza Montes, C. (2010). *Metodología de investigación tecnológica*. Perú.

- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). Metodología de la Investigación (5th ed.). México.
- Kendall, K. E., & Kendall, J. (2011). Análisis y Diseño de Sistemas de Información. México.
- L. J. Murdock. Elaboración del Concreto y sus Aplicaciones.
- Richard Meininger (1982). Historical Perspective on Proportioning Concrete. Concrete International.
- Romero Mora, P., Saldivar Vaquera, C. E., Delgado Ibarra, R., & Sánchez Montufar, L. (2012). Tecnologías de la información y la comunicación (1st ed.). México.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). El proceso de la Investigación científica (4th ed.). México.
- W. H. Taylor. Concrete Technology and Practice.

X. ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema General:	Objetivo General:	Marco Teórico Conceptual:
<p>¿De qué manera influye la calidad de software en la eficacia de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca?</p>	<p>Determinar la influencia de la calidad de software en la eficacia de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.</p>	<p>Antecedentes de la Investigación: No existen otras investigaciones que hayan tratado el tema, a pesar de esto considero que el estudio presentado, reúne las condiciones metodológicas y temáticas suficientes para ser considerada como una investigación.</p>
<p>Problemas Específicos:</p> <p>1. ¿De qué manera influye la calidad de software en la eficacia de la selección de materiales de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca?</p> <p>2. ¿De qué manera influye la calidad de software en la eficacia de la determinación de valores previos de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca?</p> <p>3. ¿De qué manera influye la calidad de software en la eficacia de la selección de las proporciones de materiales de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca?</p> <p>4. ¿La aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, presenta los estándares de calidad adecuados?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>1. Determinar la influencia de la calidad de software en la eficacia de la selección de materiales de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.</p> <p>2. Determinar la influencia de la calidad de software en la eficacia de la determinación de valores previos de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.</p> <p>3. Determinar la influencia de la calidad de software en la eficacia de la selección de las proporciones de materiales de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.</p> <p>4. Determinar si la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, presenta los estándares de calidad adecuados.</p>	<p>Concreto: El concreto es un material heterogéneo, compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua y agregados fino y grueso. El concreto contiene un pequeño volumen de aire atrapado, y puede contener también aire intencionalmente incorporado mediante el empleo de un aditivo.</p> <p>Diseño de Mezclas de Concreto: La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto, conocida usualmente como diseño de la mezcla de concreto, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas; y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador e indicada en los planos y/o las especificaciones de obra.</p> <p>Método del Comité 211 del ACI para la Selección de las Proporciones de Materiales del Concreto: El Comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual, basándose en algunas tablas, permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cubica de concreto.</p> <p>Sistemas de Información: Un sistema de información es un conjunto de elementos orientados al tratamiento y administración de datos e información, organizados y listos para su uso posterior, generados para cubrir una necesidad o un objetivo. Dichos elementos formarán parte de alguna de las siguientes categorías: personas; actividades o técnicas de trabajo; datos; y recursos materiales en general (recursos informáticos y de comunicación, generalmente, aunque no necesariamente).</p> <p>Ciclo de Vida del Desarrollo de Sistemas: El ciclo de vida del desarrollo de sistemas (SDLC) es una metodología</p>

en fases para el análisis y diseño, de acuerdo con la cual los sistemas se desarrollan mejor al utilizar un ciclo específico de actividades del desarrollador y los usuarios.

Desarrollo Ágil de Software:

El desarrollo ágil de software envuelve un enfoque para la toma de decisiones en los proyectos de software, que se refiere a métodos de ingeniería del software basados en el desarrollo iterativo e incremental, donde los requisitos y soluciones evolucionan con el tiempo según la necesidad del proyecto. Así el trabajo es realizado mediante la colaboración de equipos auto-organizados y multidisciplinarios, inmersos en un proceso compartido de toma de decisiones a corto plazo.

Metodología SCRUM:

SCRUM es el nombre con el que se denomina a los marcos de desarrollo ágiles caracterizados por: adoptar una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del producto; basar la calidad del resultado más en el conocimiento tácito de las personas en equipos auto organizados, que en la calidad de los procesos empleados; y el solapamiento de las diferentes fases del desarrollo, en lugar de realizar una tras otra en un ciclo secuencial o en cascada.

Calidad de Software:

Hablar de calidad de software implica la necesidad de contar con parámetros que permitan establecer los niveles mínimos que un producto de este tipo debe alcanzar para que se considere de calidad.

Modelo de Calidad Establecido por el Estándar ISO 9126:

La ISO, bajo la norma ISO-9126, ha establecido un estándar internacional para la evaluación de la calidad de productos de software, el cual fue publicado en 1992 con el nombre de "Information technology-Software product evaluation: Quality characteristics and guidelines for their use", en el cual se establecen las características de calidad para productos de software.

Hipótesis General:

La calidad de software si influye en la eficacia de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

Hipótesis Específicas:

1. La calidad de software si influye en la eficacia de la selección de materiales de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

2. La calidad de software si influye en la eficacia de la determinación de valores previos de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

3. La calidad de software si influye en la eficacia de la selección de las proporciones de materiales de la aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

4. La aplicación móvil para el diseño de mezclas de concreto implementada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, si presenta los estándares de calidad adecuados.

Variables e Indicadores:

Para demostrar y comprobar la hipótesis anteriormente formulada, la operacionalizamos, determinando las variables e indicadores que a continuación se mencionan:

Variable Independiente. Calidad de Software.

Indicadores:

I.1. Funcionalidad

I.1.1. Adecuación.

I.1.2. Exactitud.

I.1.3. Interoperabilidad.

I.1.4. Conformidad.

I.1.5. Seguridad.

I.2. Confiabilidad.

I.2.1. Nivel de Madurez.

I.2.2. Tolerancia a fallas.

I.2.3. Recuperación.

I.3. Usabilidad.

I.3.1. Comprensibilidad.

I.3.2. Facilidad de aprender.

I.3.3. Operabilidad.

I.4. Eficiencia.

I.4.1. Comportamiento con respecto al tiempo.

I.4.2. Comportamiento con respecto a recursos.

I.5. Mantenibilidad.

I.5.1 Capacidad de análisis.

I.5.2. Capacidad de modificación.

I.5.3. Estabilidad.

I.5.4. Facilidad de prueba.

I.6. Portabilidad.

I.6.1. Adaptabilidad.

I.6.2. Facilidad de instalación.

I.6.3. Conformidad.

I.6.4. Capacidad de reemplazo.

Variable Dependiente. Diseño de Mezclas de Concreto.

Indicadores.

D.1. Selección de materiales.

D.1.1. Selección del cemento.

D.1.2. Selección de los agregados.

D.1.3. Elección del tipo de aire.

D.2. Determinación de valores previos.

D.2.1. Selección de la resistencia promedio del concreto.

D.2.2. Selección del tamaño máximo nominal del agregado.

D.2.3. Selección del asentamiento.

D.3. Selección de las proporciones de los materiales.

D.3.1. Selección del volumen de agua.

D.3.2. Selección del contenido de aire.

D.3.3. Selección de la relación agua/cemento por resistencia.

D.3.4. Selección de la relación agua/cemento por durabilidad.

D.3.5. Calculo de la proporción de cemento.

D.3.6. Selección de la proporción de agregado grueso

D.3.7. Selección de la proporción de agregado fino.

D.3.8. Correcciones por absorción y contenido de humedad del agregado.

Metodología:

Tipo de Investigación:

Méndez señala que un estudio de tipo descriptivo, es la delimitación de los hechos que conforman el problema de investigación, en vista de ello, la investigación se ajusta a los lineamientos de un estudio de tipo explicativo, pues se explicó la secuencia de eventos que suceden al implementar el sistema de información para el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

Método de la Investigación:

Hernández, Fernández y Baptista (2010) mencionan que el enfoque cuantitativo representa un conjunto de procesos, secuencial y probatorio, donde cada etapa precede a la siguiente y no podemos "brincar" o eludir pasos. Las acciones realizadas para el desarrollo de la investigación fueron a través de un enfoque metodológico cuantitativo

Diseño de la Investigación:

El presente estudio es de diseño no experimental. Una investigación de diseño no experimental, según Hernández, Fernández y Baptista (2010) es la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural para después analizarlos.

Población y Muestra:

En esta investigación se trabajó con una población conformada por los estudiantes del curso de Tecnología del Concreto del semestre 2017-II de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca.

En esta investigación se trabajó con una muestra conformada por 30 estudiantes del curso de Tecnología del Concreto del semestre 2017-II de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, el método de muestreo fue aleatorio complejo - estratificado.

Técnicas e Instrumentos:

En esta investigación la técnica que se utilizo fue la encuesta, método de investigación que permite requerir datos a un grupo de personas que están involucradas con el tema de estudio y que nos permitirán acceder a la información desde la fuente primaria y directa. Según Espinoza (2010), es una técnica que permite obtener

información de primera mano para describir o explicar un problema. Se aplica a una muestra representativa de una determinada población. Para este caso se utilizará sobre el sistema de información para el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, con el objetivo de obtener la información correspondiente para aplicar en los resultados. En esta investigación el instrumento que se utilizó fue el cuestionario.

ANEXO 2

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	ESCALA DE MEDICIÓN
I. CALIDAD DE SOFTWARE	I.1. FUNCIONALIDAD	I.1.1. ADECUACIÓN	1. El software cuenta con las funciones apropiadas para cumplir con su propósito.	Si / No
		I.1.2. EXACTITUD	2. El software presenta resultados acordes a las necesidades para las que fue creado.	Si / No
		I.1.3. INTEROPERABILIDAD	3. El software puede interactuar con otros sistemas.	Si / No
		I.1.4. CONFORMIDAD	4. El software se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.	Si / No
		I.1.5. SEGURIDAD	5. El software previene el acceso no autorizado a los datos.	Si / No
	I.2. CONFIABILIDAD	I.2.1. NIVEL DE MADUREZ	6. El software tiene la capacidad de evitar fallas cuando encuentra errores.	Si / No
		I.2.2. TOLERANCIA A FALLAS	7. El software mantiene un nivel de funcionamiento aceptable en caso de fallas.	Si / No
		I.2.3. RECUPERACIÓN	8. El software tiene la capacidad de restablecer su funcionamiento y recuperar datos en caso de fallas.	Si / No
	I.3. USABILIDAD	I.3.1. COMPRESIBILIDAD	9. Es fácil reconocer la estructura lógica y los conceptos relativos al software.	Si / No
		I.3.2. FACILIDAD DE APRENDER	10. Es fácil aprender a usar el software.	Si / No
		I.3.3. OPERABILIDAD	11. El software permite una adecuada operación y control.	Si / No
	I.4. EFICIENCIA	I.4.1. COMPORTAMIENTO CON RESPECTO AL TIEMPO	12. Los tiempos de respuesta y de procesamiento de datos, del software, son adecuados.	Si / No
		I.4.2. COMPORTAMIENTO CON RESPECTO A RECURSOS	13. La cantidad de recursos usados y duración de uso de los mismos, por el software, es adecuada.	Si / No
	I.5. MANTENIBILIDAD	I.5.1. CAPACIDAD DE ANÁLISIS	14. El software da facilidades para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas.	Si / No
		I.5.2. CAPACIDAD DE MODIFICACIÓN	15. El software da facilidades para su modificación.	Si / No
		I.5.3. ESTABILIDAD	16. El software permite evaluar los riesgos de efectos inesperados, debido a modificaciones.	Si / No
		I.5.4. FACILIDAD DE PRUEBA	17. El software permite su validación una vez modificado.	Si / No
	I.6. PORTABILIDAD	I.6.1. ADAPTABILIDAD	18. El software da la oportunidad de adaptarlo a diferentes escenarios.	Si / No
		I.6.2. FACILIDAD DE INSTALACIÓN	19. El software es fácil de instalar.	Si / No
		I.6.3. CONFORMIDAD	20. El software se adhiere a estándares o convenciones relativas a la portabilidad.	Si / No
		I.6.4. CAPACIDAD DE REEMPLAZO	21. El software da facilidades para su reemplazo por otro producto similar.	Si / No

D. DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	D.1. SELECCIÓN DE MATERIALES	D.1.1. SELECCIÓN DEL CEMENTO	22. La selección del tipo de cemento es correcta.	Si / No
		D.1.2. SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS	23. La selección de los agregados es correcta.	Si / No
		D.1.3. ELECCIÓN DEL TIPO DE AIRE	24. La selección del tipo de aire es correcta.	Si / No
	D.2. DETERMINACIÓN DE VALORES PREVIOS	D.2.1. SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO	25. La determinación de la resistencia promedio del concreto es correcta.	Si / No
		D.2.2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO	26. La selección del tamaño máximo nominal del agregado es correcta.	Si / No
		D.2.3. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO	27. La selección del asentamiento es correcta.	Si / No
	D.3. SELECCIÓN DE LAS PROPORCIONES DE LOS MATERIALES	D.3.1. SELECCIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	28. La selección del volumen de agua es correcta.	Si / No
		D.3.2. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE	29. La selección del contenido de aire es correcta.	Si / No
		D.3.3. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA	30. La selección de la relación agua/cemento por resistencia es correcta.	Si / No
		D.3.4. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR DURABILIDAD	31. La selección de la relación agua/cemento por durabilidad es correcta.	Si / No
		D.3.5. CÁLCULO DE LA PROPORCIÓN DE CEMENTO	32. El cálculo de la proporción de cemento es correcto.	Si / No
		D.3.6. SELECCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE AGREGADO GRUESO	33. La selección de la proporción de agregado grueso es correcta.	Si / No
D.3.7. SELECCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE AGREGADO FINO		34. La selección de la proporción de agregado fino es correcta.	Si / No	
D.3.8. CORRECCIONES POR ABSORCIÓN Y CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO		35. Las correcciones por absorción y contenido de humedad del agregado son correctas.	Si / No	

ANEXO 3
INSTRUMENTO

N°	VARIABLES / DIMENSIONES / ÍTEMS		
CALIDAD DE SOFTWARE			
I. Funcionalidad		Si	No
1	El software cuenta con las funciones apropiadas para cumplir con su propósito.		
2	El software presenta resultados acordes a las necesidades para las que fue creado.		
3	El software puede interactuar con otros sistemas.		
4	El software se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.		
5	El software previene el acceso no autorizado a los datos.		
II. Confiabilidad		Si	No
6	El software tiene la capacidad de evitar fallas cuando encuentra errores.		
7	El software mantiene un nivel de funcionamiento aceptable en caso de fallas.		
8	El software tiene la capacidad de restablecer su funcionamiento y recuperar datos en caso de fallas.		
III. Usabilidad		Si	No
9	Es fácil reconocer la estructura lógica y los conceptos relativos al software.		
10	Es fácil aprender a usar el software.		
11	El software permite una adecuada operación y control.		
IV. Eficiencia		Si	No
12	Los tiempos de respuesta y de procesamiento de datos, del software, son adecuados.		
13	La cantidad de recursos usados y duración de uso de los mismos, por el software, es adecuada.		
V. Mantenibilidad		Si	No
14	El software da facilidades para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas.		
15	El software da facilidades para su modificación.		
16	El software permite evaluar los riesgos de efectos inesperados, debido a modificaciones.		
17	El software permite su validación una vez modificado.		
VI. Portabilidad		Si	No
18	El software da la oportunidad de adaptarlo a diferentes escenarios.		
19	El software es fácil de instalar.		

20	El software se adhiere a estándares o convenciones relativas a la portabilidad.		
21	El software da facilidades para su reemplazo por otro producto similar.		
CALIDAD DE SOFTWARE			
VII. Selección de Materiales		Si	No
22	La selección del tipo de cemento es correcta.		
23	La selección de los agregados es correcta.		
24	La selección del tipo de aire es correcta.		
VIII. Determinación de Valores Previos		Si	No
25	La determinación de la resistencia promedio del concreto es correcta.		
26	La selección del tamaño máximo nominal del agregado es correcta.		
27	La selección del asentamiento es correcta.		
IX. Selección de las Proporciones de los Materiales		Si	No
28	La selección del volumen de agua es correcta.		
29	La selección del contenido de aire es correcta.		
30	La selección de la relación agua/cemento por resistencia es correcta.		
31	La selección de la relación agua/cemento por durabilidad es correcta.		
32	El cálculo de la proporción de cemento es correcto.		
33	La selección de la proporción de agregado grueso es correcta.		
34	La selección de la proporción de agregado fino es correcta.		
35	Las correcciones por absorción y contenido de humedad del agregado son correctas.		
TOTAL			

ANEXO 4
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nº	Dimensiones / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
I. Funcionalidad								
1	El software cuenta con las funciones apropiadas para cumplir con su propósito.	✓		✓		✓		
2	El software presenta resultados acordes a las necesidades para las que fue creado.	✓		✓		✓		
3	El software puede interactuar con otros sistemas.	✓		✓		✓		
4	El software se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.	✓		✓		✓		
5	El software previene el acceso no autorizado a los datos.	✓		✓		✓		
II. Confiabilidad		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
6	El software tiene la capacidad de evitar fallas cuando encuentra errores.	✓		✓		✓		
7	El software mantiene un nivel de funcionamiento aceptable en caso de fallas.	✓		✓		✓		
8	El software tiene la capacidad de restablecer su funcionamiento y recuperar datos en caso de fallas.	✓		✓		✓		
III. Usabilidad		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
9	Es fácil reconocer la estructura lógica y los conceptos relativos al software.	✓		✓		✓		
10	Es fácil aprender a usar el software.	✓		✓		✓		
11	El software permite una adecuada operación y control.	✓		✓		✓		
IV. Eficiencia		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
12	Los tiempos de respuesta y de procesamiento de datos, del software, son adecuados.	✓		✓		✓		
13	La cantidad de recursos usados y duración de uso de los mismos, por el software, es adecuada.	✓		✓		✓		
V. Mantenibilidad		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
14	El software da facilidades para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas.	✓		✓		✓		
15	El software da facilidades para su modificación.	✓		✓		✓		
16	El software permite evaluar los riesgos de efectos inesperados, debido a modificaciones.	✓		✓		✓		

17	El software permite su validación una vez modificado.	✓		✓		✓		
VI. Portabilidad		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
18	El software da la oportunidad de adaptarlo a diferentes escenarios.	✓		✓		✓		
19	El software es fácil de instalar.	✓		✓		✓		
20	El software se adhiere a estándares o convenciones relativas a la portabilidad.	✓		✓		✓		
21	El software da facilidades para su reemplazo por otro producto similar.	✓		✓		✓		
VII. Selección de Materiales		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
22	La selección del tipo de cemento es correcta.	✓		✓		✓		
23	La selección de los agregados es correcta.	✓		✓		✓		
24	La selección del tipo de aire es correcta.	✓		✓		✓		
VIII. Determinación de Valores Previos		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
25	La determinación de la resistencia promedio del concreto es correcta.	✓		✓		✓		
26	La selección del tamaño máximo nominal del agregado es correcta.	✓		✓		✓		
27	La selección del asentamiento es correcta.	✓		✓		✓		
IX. Selección de las Proporciones de los Materiales		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
28	La selección del volumen de agua es correcta.	✓		✓		✓		
29	La selección del contenido de aire es correcta.	✓		✓		✓		
30	La selección de la relación agua/cemento por resistencia es correcta.	✓		✓		✓		
31	La selección de la relación agua/cemento por durabilidad es correcta.	✓		✓		✓		
32	El cálculo de la proporción de cemento es correcto.	✓		✓		✓		
33	La selección de la proporción de agregado grueso es correcta.	✓		✓		✓		
34	La selección de la proporción de agregado fino es correcta.	✓		✓		✓		
35	Las correcciones por absorción y contenido de humedad del agregado son correctas.	✓		✓		✓		

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS

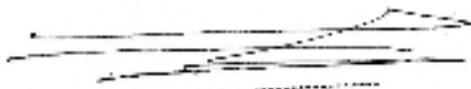
Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia
Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [.....] No aplicable [.....]

Apellidos y Nombres del Juez Validador. Dr/ Mg:
Dr. Marcos Alberto Valencia Paredes
DNI: 29916412
Especialidad del Validador: Investigación

9 de enero del 2017

- ¹Pertinencia: ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Dr. Marcos Valencia Paredes
Especialista en Calidad Universitaria

N°	Dimensiones / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
I. Funcionalidad								
1	El software cuenta con las funciones apropiadas para cumplir con su propósito.	✓		✓		✓		
2	El software presenta resultados acordes a las necesidades para las que fue creado.	✓		✓		✓		
3	El software puede interactuar con otros sistemas.	✓		✓		✓		
4	El software se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.	✓		✓		✓		
5	El software previene el acceso no autorizado a los datos.	✓		✓		✓		
II. Confiabilidad		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
6	El software tiene la capacidad de evitar fallas cuando encuentra errores.	✓		✓		✓		
7	El software mantiene un nivel de funcionamiento aceptable en caso de fallas.	✓		✓		✓		
8	El software tiene la capacidad de restablecer su funcionamiento y recuperar datos en caso de fallas.	✓		✓		✓		
III. Usabilidad		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
9	Es fácil reconocer la estructura lógica y los conceptos relativos al software.	✓		✓		✓		
10	Es fácil aprender a usar el software.	✓		✓		✓		
11	El software permite una adecuada operación y control.	✓		✓		✓		
IV. Eficiencia		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
12	Los tiempos de respuesta y de procesamiento de datos, del software, son adecuados.	✓		✓		✓		
13	La cantidad de recursos usados y duración de uso de los mismos, por el software, es adecuada.	✓		✓		✓		
V. Mantenibilidad		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
14	El software da facilidades para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas.	✓		✓		✓		
15	El software da facilidades para su modificación.	✓		✓		✓		
16	El software permite evaluar los riesgos de efectos inesperados, debido a modificaciones.	✓		✓		✓		

17	El software permite su validación una vez modificado.	✓		✓		✓		
VI. Portabilidad		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
18	El software da la oportunidad de adaptarlo a diferentes escenarios.	✓		✓		✓		
19	El software es fácil de instalar.	✓		✓		✓		
20	El software se adhiere a estándares o convenciones relativas a la portabilidad.	✓		✓		✓		
21	El software da facilidades para su reemplazo por otro producto similar.	✓		✓		✓		
VII. Selección de Materiales		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
22	La selección del tipo de cemento es correcta.	✓		✓		✓		
23	La selección de los agregados es correcta.	✓		✓		✓		
24	La selección del tipo de aire es correcta.	✓		✓		✓		
VIII. Determinación de Valores Previos		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
25	La determinación de la resistencia promedio del concreto es correcta.	✓		✓		✓		
26	La selección del tamaño máximo nominal del agregado es correcta.	✓		✓		✓		
27	La selección del asentamiento es correcta.	✓		✓		✓		
IX. Selección de las Proporciones de los Materiales		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
28	La selección del volumen de agua es correcta.	✓		✓		✓		
29	La selección del contenido de aire es correcta.	✓		✓		✓		
30	La selección de la relación agua/cemento por resistencia es correcta.	✓		✓		✓		
31	La selección de la relación agua/cemento por durabilidad es correcta.	✓		✓		✓		
32	El cálculo de la proporción de cemento es correcto.	✓		✓		✓		
33	La selección de la proporción de agregado grueso es correcta.	✓		✓		✓		
34	La selección de la proporción de agregado fino es correcta.	✓		✓		✓		
35	Las correcciones por absorción y contenido de humedad del agregado son correctas.	✓		✓		✓		

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [.....] No aplicable [.....]

Apellidos y Nombres del Juez Validador. Dr/ Mg:

Mg. Christian Ovulle Puelin

DNI: 40234321

Especialidad del Validador: Ing. de Sistemas

09 de Enro. del 2017

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



ANEXO 5
MATRIZ DE DATOS

N° de Encuestado	VARIABLE INDEPENDIENTE:															
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2
3	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2
10	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
13	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
16	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2

20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	
24	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
27	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2	
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
29	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	
30	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	

					VARIABLE DEPENDIENTE:														
p17	p18	p19	p20	p21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1