

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y
COMPUTACIÓN



**PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA APOYAR EN EL
PROCESO DE SECADO EN UNA PLANTA PROCESADORA DE
CAFÉ**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

AUTOR

NANDITO VIDAL SANTAMARIA SANTAMARIA

ASESOR

RICARDO DAVID IMAN ESPINOZA

<https://orcid.org/0000-0003-0409-8773>

Chiclayo, 2020

**PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA APOYAR EN EL
PROCESO DE SECADO EN UNA PLANTA
PROCESADORA DE CAFÉ**

PRESENTADA POR:

NANDITO VIDAL SANTAMARIA SANTAMARIA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

APROBADA POR:

Juan Antonio Torres Benavides
PRESIDENTE

Marlon Eugenio Vilchez Rivas
SECRETARIO

Ricardo David Iman Espinoza
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios por su protección y por hacer posible el vencer los obstáculos que se presentaron en el camino mientras me desempeñaba en mi vida personal y universitaria.

A mis padres por el cuidado de mi durante más de 20 años y por las buenas energías, consejos y vivencias transmitidas durante el desarrollo de mi vida.

A mis hermanos por estar pendiente del desempeño en mis estudios y por la transmisión de sus mensajes alentadores para seguir en pie desarrollando mi proyecto y así culminarlo exitosamente.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo incondicional y por las vibras recibidas a diarias para llegar a culminar con éxito mi proyecto.

A mi asesor de tesis por transmitirme sus conocimientos y por su constante apoyo durante el desarrollo de mi proyecto.

A la empresa por darme la oportunidad de acceder a su información y así poder aportar el poco conocimiento que tengo mediante el desarrollo de mi proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
I. INTRODUCCIÓN	15
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	27
2.2.1. GRANO DE CAFÉ	27
2.2.1.1. Composición del grano de café	28
2.2.1.2. Estados	28
2.2.1.3. Variedades	29
2.2.1.4. Aspectos de determinación	29
2.2.1.5. Análisis físico	31
2.2.1.6. Residuos del grano de café	32
2.2.1.7. Grano de café seco	34
2.2.2. PROCESOS DEL GRANO DE CAFÉ	34
2.2.2.1. Recolección del grano	34
2.2.2.2. Despulpado del fruto	35
2.2.2.3. Envasado y transporte	37
2.2.2.4. Tostado y envasado	38
2.2.3. PROCESO DE SECADO DEL GRANO DE CAFÉ	38
2.2.3.1. Secado	38
2.2.3.2. Tipos de secado	38
2.2.3.3. Comercialización del grano de café	41
2.2.3.4. Descripción del proceso de producción en la empresa	42
2.2.3.5. Ejemplo: proceso de producción del grano de café	44
2.2.4. APLICACIÓN WEB	45
2.2.4.1. Definición	45
2.2.4.2. Ventajas	45

2.2.5.	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	46
2.2.5.1.	PHP	46
2.2.5.2.	HTML	46
2.2.6.	GESTORES DE BASE DE DATOS	47
2.2.6.1.	MySQL	47
2.2.6.2.	PostgreSQL	47
2.2.7.	SENSORES	48
2.2.7.1.	Definición	48
2.2.7.2.	Tipos	49
2.2.8.	TARJETAS DE DESARROLLO ARDUINO	49
2.2.8.1.	Arduino UNO	50
2.2.8.2.	Arduino Leonardo	50
2.2.8.3.	Arduino Mega	50
2.2.8.4.	Arduino Ethernet Shield	51
2.2.8.5.	Comparación entre las tarjetas de desarrollo Arduino	51
2.2.9.	METODOLOGÍAS AGILES	51
2.2.9.1.	Definición	51
2.2.9.2.	Metodologías principales	52
A.	Extreme Programming	52
B.	Scrum	52
C.	Comparación	52
2.2.10.	EXTREME PROGRAMMING	52
2.2.10.1.	Objetivos	52
2.2.10.2.	Características	53
2.2.10.3.	Herramientas	54
III.	METODOLOGÍA	60
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	60
3.1.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	60
3.1.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	60
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	60
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	60
3.3.1.	POBLACIÓN	60
3.3.2.	MUESTRA	61

3.3.3.	MUESTREO.....	61
3.4.	CRITERIOS DE SELECCIÓN	62
3.5.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	62
3.5.1.	VARIABLES	62
3.5.1.1.	Variable independiente	62
3.5.1.2.	Variable dependiente	62
3.5.2.	INDICADORES (OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES)	63
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	64
3.7.	PROCEDIMIENTOS	64
3.7.1.	METODOLOGÍA DE DESARROLLO	64
3.7.2.	ANÁLISIS DE RIESGOS	65
3.7.3.	PRODUCTO ACREDITABLE	66
3.7.4.	MANUAL DE USUARIO	69
3.8.	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	69
3.9.	MATRIZ DE CONSISTENCIA	70
3.10.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	72
IV.	RESULTADOS	73
4.1.	EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA.....	73
4.1.1.	FASE 1: PLANEACIÓN	73
4.1.2.	FASE 2: DISEÑO	76
4.1.3.	FASE 3: CODIFICACIÓN	79
4.1.4.	FASE 4: PRUEBAS.....	81
4.2.	EN BASE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	83
4.2.1.	ELEGIR LA PLATAFORMA DE DESARROLLO ADECUADA.....	83
4.2.2.	IMPLEMENTAR LA SOLUCIÓN HACIENDO USO DE LA PLATAFORMA DE DESARROLLO ELEGIDA	85
4.2.3.	DEMOSTRAR LOS BENEFICIOS OBTENIDOS AL IMPLEMENTAR LA SOLUCIÓN	86
4.2.4.	VALIDAR LA FUNCIONALIDAD DE LA APLICACIÓN WEB.....	89
4.3.	IMPACTOS ESPERADOS	93
4.3.1.	IMPACTOS ECONÓMICOS	93
4.3.2.	IMPACTOS SOCIALES	94
4.3.3.	IMPACTOS EN TECNOLOGÍA.....	94

4.3.4.	IMPACTOS AMBIENTALES	94
4.3.5.	IMPACTOS EN LA FORMACIÓN DE CADENAS PRODUCTIVAS	94
V.	DISCUSIÓN.....	95
5.1.	ELEGIR LA PLATAFORMA DE DESARROLLO ADECUADA	95
5.2.	IMPLEMENTAR LA SOLUCIÓN HACIENDO USO DE LA PLATAFORMA ELEGIDA ...	96
5.3.	DEMOSTRAR LOS BENEFICIOS OBTENIDOS AL IMPLEMENTAR LA SOLUCIÓN....	97
5.4.	VALIDAR LA FUNCIONALIDAD DE LA APLICACIÓN WEB	98
VI.	CONCLUSIONES.....	99
VII.	RECOMENDACIONES	100
VIII.	LISTA DE REFERENCIAS	101
IX.	ANEXOS	105
9.1.	N°01 - CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO.....	105
9.2.	N° 02 - ANÁLISIS DE RIESGOS	106
9.3.	N° 03 - INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	116
9.4.	N° 04 - MANUAL DE USUARIO	118
9.5.	N° 05 - FICHA DE REQ. FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES	128
9.6.	N°06 - PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD POR EL USUARIO FINAL	129
9.7.	N°07 - ENCUESTA AL OPERADOR	134
9.8.	N°08 - ENCUESTA AL OPERADOR	135

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I COMPARACIÓN ENTRE LAS TARJETAS DE DESARROLLO	51
TABLA II. COMPARACIÓN ENTRE XP Y SCRUM	52
TABLA III HISTORIAS DE USUARIOS	54
TABLA IV TAREAS DE INGENIERÍA.....	55
TABLA V. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	56
TABLA VI. TARJETAS CRC	56
TABLA VII. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	60
TABLA VIII INDICADORES.....	63
TABLA IX TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	64
TABLA X MATRIZ DE CONSISTENCIA	70
TABLA XI H.U.1. INICIO DE SESIÓN	73
TABLA XII TAREA 1: INTERFAZ DE INICIO DE SESIÓN	73
TABLA XIII TAREA 2: MANTENIMIENTO DE INICIO DE SESIÓN	73
TABLA XIV H.U.2 MONITOREO DE PARÁMETROS	74
TABLA XV TAREA 1: INTERFAZ DE MONITOREO DE PARÁMETROS.....	74
TABLA XVI H.U.3. REGISTRO DE LOTE	74
TABLA XVII TAREA 1: INTERFAZ DE REGISTRO DE LOTE.....	75
TABLA XVIII TAREA 2: MANTENIMIENTO DE REGISTRO DE LOTE	75
TABLA XIX ITERACIONES	76
TABLA XX CRC - INICIO DE SESIÓN	78
TABLA XXI CRC - MONITOREO DE PARÁMETROS.....	78
TABLA XXII CRC - REGISTRO DE LOTE.....	78
TABLA XXIII PRUEBA DE ACEPTACIÓN DE INICIO DE SESIÓN	81
TABLA XXIV PRUEBA DE ACEPTACIÓN DE MONITOREO DE PARÁMETROS	81
TABLA XXV PRUEBA DE ACEPTACIÓN DE REGISTRO DE LOTE.....	82
TABLA XXVI REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	84
TABLA XXVII ESCALA DE VALORES TAM	87
TABLA XXVIII RESULTADO DE LA ENCUESTA AL OPERADOR	88
TABLA XXIX BOSQUEJO DEL REPORTE DE LA EMPRESA	88
TABLA XXX ENCUESTA AL OPERADOR DEL ÁREA DE SECADO.....	89
TABLA XXXI MUESTRAS DEL REGISTRO DE LOTES DE GRANOS DE CAFÉ.....	90
TABLA XXXII PRUEBA DE ACEPTACIÓN DEL REGISTRO DE LOTE DE GRANO DE CAFÉ	90
TABLA XXXIII PRUEBA DE ACEPTACIÓN – HUMEDAD DEL GRANO DE CAFÉ.....	91

TABLA XXXIV PRUEBA DE ACEPTACIÓN - MONITOREO DEL GRANO DE CAFÉ	92
TABLA XXXV PRUEBA DE ACEPTACIÓN – ALERTA.....	93
TABLA XXXVI ESP. TÉCNICA. ARDUINO MEGA.....	95
TABLA XXXVII ESP. TÉCNICA ETHERNET SHIELD	95
TABLA XXXVIII ESP. TÉCNICA SENSOR DHT22.....	95
TABLA XXXIX ESP. TÉCNICA CABLES DE CONEXIÓN.....	96
TABLA XL ESP. TÉCNICA – LED	96
TABLA XLI ESP. TÉCNICA – ZUMBADOR	96
TABLA XLII ESP. TÉCNICA – RESISTENCIA.....	96
TABLA XLIII INTERESADOS INTERNOS	106
TABLA XLIV INTERESADOS EXTERNOS	106
TABLA XLV MATRIZ DE RIESGOS FASE 1	108
TABLA XLVI MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS FASE 1	109
TABLA XLVII RIESGOS IDENTIFICADOS FASE 2.....	110
TABLA XLVIII MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS FASE 2	111
TABLA XLIX RIESGOS IDENTIFICADOS FASE 3	112
TABLA L MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS FASE 3.....	113
TABLA LI RIESGOS IDENTIFICADOS FASE 4.....	114
TABLA LII MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS FASE 4	115

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1. GRANO DE CAFÉ PERGAMINO	27
FIG. 2. COMPONENTES DEL GRANO DE CAFÉ.....	28
FIG. 3. ESTADOS DEL GRANO DE CAFÉ.....	28
FIG. 4 VARIEDADES DEL GRANO DE CAFÉ	29
FIG. 5. PULPA DEL GRANO DE CAFÉ	32
FIG. 6. MUCÍLAGO DEL GRANO DE CAFÉ.....	33
FIG. 7. PERGAMINO DEL GRANO DE CAFÉ	33
FIG. 8. GRANO DE CAFÉ SECO	34
FIG. 9. MÉTODOS PARA EL PROCESAMIENTO DEL GRANO DE CAFÉ	35
FIG. 10. TOSTADO Y ENVASADO DEL GRANO DE CAFÉ.....	38
FIG. 11. SECADORA ROTATIVA SRE-150X	39
FIG. 12. TERMÓMETRO BIMETÁLICO	40
FIG. 13. TIPOS DE SECADO DEL GRANO DE CAFÉ	41
FIG. 14. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL GRANO DE CAFÉ.....	45
FIG. 15. SENSOR DHT22	49
FIG. 16. TARJETA DE DESARROLLO ARDUINO UNO	50
FIG. 17. TARJETA DE DESARROLLO LEONARDO	50
FIG. 18. TARJETA DE DESARROLLO ARDUINO MEGA	50
FIG. 19. ARDUINO ETHERNET SHIELD.....	51
FIG. 20 MI PERFIL	66
FIG. 21 INTERFAZ DE LISTADO DE LOTE.....	66
FIG. 22. LISTADO DE LA HUMEDAD DEL GRANO.....	67
FIG. 23 SEMAFORIZACIÓN DE LA HUMEDAD DEL GRANO DE CAFÉ.....	67
FIG. 24. LISTADO DE LA HUMEDAD ÓPTIMA DEL GRANO DE CAFÉ	68
FIG. 25. ARQUITECTURA.....	68
FIG. 26. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA TARJETA ARDUINO MEGA	69
FIG. 27. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE TARJETA ETHERNET SHIELD W5100.....	69
FIG. 28 BASE DE DATOS RELACIONAL	77
FIG. 29 CONEXIÓN ENTRE LOS COMPONENTES DE LA PLATAFORMA.....	78
FIG. 30. PROGRAMACIÓN EN EL ID ARDUINO	79
FIG. 31. CONEXIÓN A LA BASE DE DATOS.....	80
FIG. 32. REGISTRAR LOTE	80
FIG. 33. CAPTURA DE DATOS DEL SENSOR DHT22	80

<i>FIG. 34. GRÁFICO DE LA HUMEDAD DEL GRANO DE CAFÉ</i>	<i>81</i>
<i>FIG. 35. LISTADO DEL GRANO CON PORCENTAJE DE HUMEDAD ÓPTIMA</i>	<i>81</i>
<i>FIG. 36. CONEXIÓN DE ELEMENTOS DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA</i>	<i>85</i>
<i>FIG. 37. MEDICIÓN DE LA HUMEDAD DE GRANOS DE CAFÉ.....</i>	<i>86</i>
<i>FIG. 38. EMISIÓN DE ALERTA AL OPERADOR.....</i>	<i>87</i>
<i>FIG. 39. REGISTRO DE LOTE MANUALMENTE.....</i>	<i>89</i>
<i>FIG. 40. LISTADO DEL REGISTRO DE LOTE</i>	<i>90</i>
<i>FIG. 41. LISTADO DE LA HUMEDAD DEL GRANO DE CAFÉ</i>	<i>91</i>
<i>FIG. 42. SEMAFORIZACIÓN DE LA HUMEDAD DEL GRANO DE CAFÉ</i>	<i>92</i>
<i>FIG. 43. LISTADO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD ÓPTIMA.....</i>	<i>93</i>

RESUMEN

El grano de café es el segundo producto más exportado y el que genera más beneficios para nuestro país. Para poder ofrecer un grano de calidad se deben tener en cuenta y manejar de manera crítica los siguientes procesos: recojo del grano, despulpado, almacén, secado, tostado y envasado. Si se tiene un buen manejo de aquellos procesos se dispondrá de un grano de café con un color y sabor único y será vendido a un precio justo. Es por ello que midiendo de manera exacta esas variables obtendremos un grano de calidad. En la empresa procesadora de café ubicada en la provincia constitucional del Callao se presentan inconvenientes en tales aspectos: los trabajadores no saben el momento exacto en el que el grano de café ha obtenido su porcentaje de humedad apta de 10 – 12 para poder extraerlo y derivarlo a la siguiente área pilado o almacén, generando incomodidad en ellos debido a que deben estar pendiente del grano y sacar muestras cada media hora. Además, como llevan mucho tiempo trabajando allí, el proceso lo realizan de manera empírica, pero han ocurrido casos donde no se ha extraído el grano de café en su porcentaje de humedad adecuada, lo cual ha generado que sea difícil de almacenar, y su calidad y precio de venta se vean afectadas. Ante ello se plantea la siguiente interrogante ¿De qué manera se podrá apoyar en el proceso de secado en una planta procesadora de café? Para ello, tenemos como objetivo general desarrollar una plataforma tecnológica para apoyar en el proceso de secado en una planta procesadora de café. Este objetivo mencionado anteriormente lo llevaremos a cabo eligiendo los mejores componentes de la plataforma tecnológica y la metodología de desarrollo. Para el desarrollo de este proyecto se utilizará herramientas tecnológicas como PHP, MySQL, basándose en la metodología de desarrollo de software Xtreme Programing que nos permitirá elaborar el producto siguiendo las fases correspondientes y así hacer posible su funcionamiento.

PALABRAS CLAVE: grano de café, despulpado, proceso de secado, porcentaje de humedad óptima, grano verde, café pergamino

ABSTRACT

Coffee bean is the second most exported product and the one that generates the most benefits for our country. In order to offer a quality grain, the following processes must be taken into account and critically managed: grain collection, pulping, storage, drying, roasting and packaging. If you have a good handling of those processes, a coffee bean with a unique color and flavor will be available and will be sold at a fair price. That is why by accurately measuring these variables we will obtain a quality grain. In the coffee processing company located in the constitutional province of Callao there are inconveniences in these aspects: the workers do not know the exact moment in which the coffee bean has obtained its percentage of suitable humidity of 10 - 12 to be able to extract and derive it to the next piled area or warehouse, generating discomfort in them because they must be aware of the grain and take samples every half hour. In addition, since they have been working there for a long time, the process is carried out empirically, but there have been cases where the coffee bean has not been extracted in its percentage of adequate humidity, which has made it difficult to store, and its quality and selling price are affected. Given this, the following question arises: How can we support the drying process in a coffee processing plant? For this, we have as a general objective to develop a technological platform to support the drying process in a coffee processing plant. This objective mentioned above will be carried out by choosing the best components of the technological platform and the development methodology. Technological tools such as PHP, MySQL will be used for the development of this project, based on the Extreme Programming software development methodology that will allow us to develop the product following the corresponding phases and making its operation possible.

KEYWORDS: coffee bean, pulping, drying process, optimum moisture percentage, green bean, parchment coffee

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el grano de café es un recurso fundamental para la economía de cualquier país, gracias a este se obtienen ingresos y resultados muy resaltantes tanto para la empresa como para el país de donde proviene. Para poder llevar a cabo una exportación exitosa, todas las secuencias de etapas por las que se ve expuesta el grano de café deben ser llevadas a cabo con gran cuidado debido a que en cada proceso el grano va adquiriendo las características que lo identifican (color, olor y sabor) [1].

En el ámbito internacional se puede percatar de lo siguiente: En el país de Honduras, de su totalidad solo el 62% del grano de café se vende húmedo, esto se origina producto de las dificultades en sus procesos, desde que se recoge el grano de la planta hasta que se comercializa. Este porcentaje representa un mal secado del grano de café debido a que según estándares internacionales el grano de café tiene definido un porcentaje de humedad que debe tener (10 -12) y que debe ser evidenciado a la hora de vender el producto a un precio rentable [2]. Asimismo, en Guatemala, a pesar de ser el país con mayor participación en el mercado, han podido identificar que en el año 2017 su exportación aminoró con respecto al año anterior, se han cuestionado el porqué de esos resultados y han concluido que el origen de esa desventaja es ocasionado por el mal manejo en el proceso de secado del grano de café, es por ello que lo han catalogado como un proceso crítico y de prioridad para el negocio, ya que de este depende el ofrecer un grano de calidad y la permanencia en el mercado [3]. Del mismo modo en Ecuador, cada año su participación en el mercado va decayendo, venden su grano de café a un precio por debajo del costo real y las personas a quienes brindaba su producto poco a poco se van alejando. Según [4] ha podido concluir que el origen de este problema tiene que ver con la ineficiencia en los procesos antes y después de cosechar el grano de café.

Perú es el noveno productor de café y séptimo exportador. Como sostiene [5], las principales regiones productoras de café en nuestro país son: San Martín (33 %), Cajamarca (18 %), Junín (16%) y Amazonas (14 %). Durante el año 2016, la producción fue de 4,2 millones de sacos de café de 60 kg creciendo un 37% con respecto al año 2015. Además, la exportación de granos de café a Estados Unidos fue de 67.5 millones de dólares en el 2018, creciendo más de 11% respecto al año 2017, ubicando así al Perú como el principal proveedor de este grano en ese mercado [6].

La presente tesis denominada “PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA APOYAR EN EL PROCESO DE SECADO EN UNA PLANTA PROCESADORA DE CAFÉ”, se inicia con el propósito de identificar como se lleva a cabo el proceso de secado de café pergamino y a partir de ello plantear alternativas que ayuden a mejorar dicho proceso

En la planta procesadora de café ubicada en Lima – Perú, actualmente el proceso de secado de café (llenado, secado y extracción del café de las secadoras) es llevado a cabo bajo la observación y experiencia de cada uno de los operadores (Ver anexo 3.1). Los operadores carecen de herramientas que les indique el momento exacto en el que el café ha logrado obtener su porcentaje de humedad óptima (10 – 12 %), generando así incomodidad en ellos ya que tienen que estar en constante desplazamiento, esperar mucho tiempo y estar sacando muestras cada media hora. Según lo manifestado por los operadores esa es la única forma que emplean para percatarse del cambio que va adquiriendo el grano durante el proceso (Ver anexo 3).

Al no ser alertados (Ver anexo 3) se les han presentado las siguientes dificultades: no han extraído el grano de café a tiempo y se ha obtenido un grano maltratado, partido, disminuyendo su peso y precio normal. También se identificó que el grano de café le faltó reducir su porcentaje de humedad, producto de ello se obtuvo un café aun húmedo difícil de poder almacenar y comercializar debido a que en ese estado el grano adquiere características desagradables.

La empresa trae los granos de café de diferentes partes del Perú (Satipo, Pichanaqui, Chanchamayo) y dependiendo del lugar de donde provienen el porcentaje de humedad del grano varía. Tal y como manifiestan los operadores (Ver anexo 3.1) esa variación hace que no tengan un tiempo exacto en el que deben actuar para poder extraer el grano de la secadora.

Al llevar a cabo de manera inapropiada el proceso de secado de café se tiene como consecuencia el siguiente análisis: “Cuando el grano de café está mal secado, es decir con porcentaje de humedad alta (13,2%) el grano se “honguea” y cuando la humedad es baja (8-10%) el grano pierde peso. En nuestra empresa, al año aproximadamente se tiene una pérdida de 217 quintales el cual equivale a 10199 kilogramos, si el café se ha secado correctamente entonces el precio a vender es a 10 soles el kilogramo obteniendo un total de 101990 soles, pero si no se ha llevado a cabo el proceso de secado correctamente pues el precio disminuye y puede ser vendido a 5 soles, obteniendo 50995. Comparando ambos escenarios podemos concluir que la pérdida al año es de 50995 soles por no hacer un proceso de secado adecuado del grano de café” manifiesta gerente general J.J.P.S (Ver anexo 3)

Ante esta realidad, es importante formular la siguiente pregunta ¿De qué manera se podrá apoyar en el proceso de secado de café en una planta procesadora ubicada en Lima?

Frente a esta pregunta y la necesidad de profundizar el problema, se realizó la investigación del tipo aplicada cuya población fue de 147 sacos de 68 kg de granos de café pertenecientes a un lote del almacén los cuales se les buscara reducir el porcentaje de humedad introduciéndolos en una maquina secadora de granos... Para ello, se determinó desarrollar una plataforma tecnológica para apoyar en el proceso de secado en una planta procesadora de café, considerando las siguientes fases: planificación, diseño, codificación y pruebas; para ello se tuvo que Determinar la plataforma de desarrollo adecuada, Implementar la solución utilizando plataforma de desarrollo seleccionada, Demostrar los beneficios obtenidos al implementar la solución y finalmente validar la funcionalidad de la aplicación web.

La presente tesis está dividida en nueve (9) capítulos: I) Introducción, II) Marco teórico, III) Metodología, IV) Resultados V) Discusión, VI) Conclusiones, VII) Recomendaciones, VIII) Lista de referencias y IX) Anexos.

En el Capítulo I se expone brevemente el estado actual del problema, antecedentes, el objetivo general y específicos, en el Capítulo II se realiza una exhaustiva revisión de la bibliografía de investigación en revistas científicas y tesis extranjeras y nacionales. Además, se hace un breve resumen de los libros u otras fuentes consultadas que estén relacionados con nuestro tema, en el Capítulo III hacemos referencia a la metodología elegida para el desarrollo de nuestro proyecto, En el Capítulo IV se describió la aplicación de las fases que comprenden la metodología de desarrollo y el cumplimiento de los objetivos específicos, En el Capítulo V se discute en base a los resultados – objetivos – hipótesis – problema, en el Capítulo VI refleja los resultados que se han obtenido al conseguir el cumplimiento de los objetivos específicos, en el Capítulo VII se redactaron las sugerencias que ayuden a mejorar y potenciar la investigación en el Capítulo VIII se presentó la lista de referencias de las fuentes bibliográficas citadas y en el Capítulo IX se presentó de manera ordenada los instrumentos de recolección de datos e información.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se han considerado para esta investigación los siguientes antecedentes:

2.1.1. Antecedentes internacionales

Henao [7], en su investigación indica que a lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes tecnologías para el secado del café buscando mantener el equilibrio entre eficiencia y economía. Los procesos más económicos se basan en la utilización de energía solar y movimiento de aire por diferencia de densidad, sin embargo, estos métodos están sujetos a las condiciones climáticas de cada región, requieren de grandes áreas para el tendido del grano y de mucha mano de obra. Se aplicó la metodología cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), logrando desarrollar secadores mecánicos con los cuales se logra un mayor control en las condiciones de secado para la problemática antes mencionada. El valor agregado de esta investigación es determinar el efecto del secado solar y mecánico del grano de café sobre las propiedades físicas, composición química y calidad sensorial en taza. Finalmente, el autor concluyó que con una temperatura del aire de secado de 50°C y un flujo de 60 y 100 m³/min/Toncps se obtienen cafés con una mejor calidad sensorial, es decir un grano de café de buena calidad. Se tomó en consideración esta tesis ya que me sirve como guía para conocer las ventajas que nos ofrece el secado mecánico.

Lara [8], en su investigación indica que tradicionalmente el secado se realiza en camas africanas o patios de concreto. Para que el secado sea uniforme el café debe moverse como mínimo tres veces al día para evitar la deshidratación o daño al grano debido a la exposición de luz a la que se encuentra [1]. Hay ciertos inconvenientes que pueden influir de manera negativa la calidad del café tales como: el grosor de la cama, el movimiento deficiente del grano, altas temperaturas, la sobreexposición a la luz solar, flujo de aire mínimo, condiciones climáticas, la falta de control de humedad, secado excesivo y superficie en la que se encuentran [2]. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 2 x 2, logrando que el secado bajo sombra tenga una duración de 29 días, duplicando el tiempo contra tratamientos expuestos al sol debido a la temperatura de la superficie (45 °C) y reducción de humedad más acelerada para la problemática antes mencionada. El valor agregado de esta investigación es que con el secado en sombra se buscó aumentar el potencial de la taza evitando que el grano de café sea expuesto directamente a la luz solar. Si existe una sobreexposición al sol, el grano se vuelve frágil [3]. Finalmente, el autor concluyó que el café secado en cama bajo sombra genera mayores costos, pero resultó con una mayor nota para los catadores internacionales lo que permite una mayor cantidad de ingresos justificando esta inversión. La razón por la que se consideró esta tesis, es porque, así como el secado mecánico tiene sus ventajas para las empresas de gran tamaño, el secado en sombra es rentable para los pequeños caficultores que desean mejorar la calidad del grano en este proceso.

Ramos [9], en su investigación indica que cada año los incendios afectan a una superficie de 350 millones de hectáreas, con daños a la propiedad, medios de subsistencia y con frecuencia, pérdida de vidas humanas. Los incendios forestales no controlados contribuyen además al calentamiento global, la contaminación del aire, la desertificación y la pérdida de biodiversidad. Dichos fenómenos se ven agravados en muchas ocasiones por la falta de una cultura de prevención y protección. Se aplicó un método investigativo experimental y analítico, logrando diseñar un prototipo de Sistema de Alerta Temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en una zona boscosa, que permite enviar una alerta e informar al personal de cuidado para que realicen las acciones necesarias para lograr solucionar la problemática antes mencionada. El valor agregado de esta investigación es utilizar la tecnología arduino, como dispositivos para la gestión de riesgos en las zonas boscosas que poco a poco se van destruyendo. Finalmente, el autor concluyó que, si no existe un control constante y riguroso sobre la tala desmedida de árboles y la provocación de incendios forestales, los organismos que allí viven quedan sin hogar, es por ello que es de suma urgencia implementar un sistema de alerta para la protección de los recursos naturales. La razón por la que se consideró esta tesis, es porque me sirve como base para guiarme del uso de la herramienta arduino y la utilización de los sensores (humedad y temperatura) los cuales serán útiles para monitorear el proceso de secado de café.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Gonzales [10], en su investigación indica lo siguiente: en estos últimos años los agricultores productores de café de Tingo María, han sufrido grandes daños en cuanto a su rendimiento, calidad y pérdidas económicas, generado por el hongo *Hemileia vastatrix* “roya amarilla de la hoja del café”. Se aplicó la metodología del análisis físico y organoléptico, logrando observar que las plantas jóvenes que dan sus primeras cosechas son muy productivas y fácilmente superan los 30 qq/ha, y a partir de la séptima cosecha empiezan a declinar su producción, a pesar de ello la edad de las plantas no influye en el porcentaje de humedad del grano. El valor agregado de esta investigación es determinar la influencia de la edad del cafeto con tres beneficios en las características físicas y organolépticas. Finalmente, el autor concluyó que las edades del cafeto no influyen en el contenido de humedad de los granos de café pergamino y frutos secos, granulometría, rendimiento exportable, cascarilla, defectos y descarte; pero si por los tipos de beneficio. La razón por la que se consideró esta tesis, es porque las pérdidas económicas no solo se originan por las variables de temperatura y humedad sino por plagas, las cuales deben ser controladas antes de la cosecha del fruto.

Del Águila [11], en su investigación indica lo siguiente: los agricultores productores de café de la región San Martín, por estar ubicados en su mayoría, en zonas de uso forestal o de amortiguamiento, no pueden acceder a un título de propiedad de su predio cafetalero, lo que a su vez no les permite acceder a financiamiento, siendo esto quizás el problema de mayor relevancia, sin embargo, reconocen la utilidad de tecnificación en su producción, misma que es avalada por los especialistas que se encuentran distribuidos en varias ciudades. Se logró analizar los factores que influyen en la producción de café en la región San Martín, en el período 2011- 2016. El valor agregado de esta investigación es evaluar todos aquellos aspectos inherentes al análisis estratégico del sector cafetalero en la región. Finalmente, el autor concluyó que los factores que han influenciado en el rendimiento de las áreas de producción del sector cafetalero en San Martín son, por una parte, la cultura de la poda tanto sistemática como ocasional, de las plantaciones de café y por otra parte la exigencia por cafés de calidad que ha impulsado la cosecha selectiva y la mejora en el proceso de beneficio después de la cosecha del grano de café. La razón por la que se consideró esta tesis, es que, si se desea obtener la calidad de un buen grano de café, se deben controlar los factores que influyen desde que las plantas están en pleno inicio hasta el recojo del fruto de la planta.

Muñoz y Gallegos [12], en su investigación indica lo siguiente: los agricultores de la comunidad campesina del Distrito de La Peca, Provincia de Bagua Chica, Departamento de Amazonas producen y comercializan el café tradicional según costumbres arraigadas de producir sin valorar costo beneficio, se conforman con lograr la producción a cualquier costo y los ingresos que se generan por la venta del grano de café solo les alcanza para la subsistencia. Los agricultores están acostumbrados a cosechar el grano de café tradicional mas no el orgánico debido a que desconocen de sus beneficios. Se aplicó la un estudio del mercado internacional sobre la buena rentabilidad que se obtiene al cosechar un grano orgánico, logrando realizar un programa de sensibilización para la producción y comercialización de café orgánico donde se dará a conocer las bondades y beneficios de producir este tipo grano libre de agroquímicos y pesticidas, considerando que el consumo de alimentos sanos (libres de agroquímicos), la conservación del ambiente y el comportamiento natural de los ecosistemas y la recuperación del suelo. El valor agregado de esta investigación es ofrecer otra alternativa de producción que sea rentable para el agricultor. Finalmente, los autores concluyeron que el nivel de aceptación que tienen los productores del distrito de la Peca con respecto a la posibilidad de producir café orgánico es de un 73% del total, además este genera mayores utilidades que el café tradicional, obteniendo en promedio un rendimiento de 71% de utilidad neta. La razón por la que se consideró esta tesis, es porque ofrece alternativas de poder optar por producir un nuevo grano de café que ofrece ventajas y estabilidad a los caficultores.

2.1.3. Antecedentes locales

Delgado y Jibaja [13], en su investigación indican que uno de los principales problemas, que enfrentan los caficultores de la región Cajamarca, es la baja calidad del café, debido a un inadecuado proceso de beneficio, lo que resta ingresos económicos y resta competitividad en el mercado para la exportación, donde los estándares mínimos de control de calidad a veces no son alcanzados por más que se tenga un buen rendimiento físico de grano y a pesar de estar en una zona de excelentes condiciones climáticas, trayendo consigo graves problemas económicos, sociales y ambientales. Se aplicó la metodología un análisis general de todos los procesos al que es sometido el grano de café, logrando determinar el tiempo óptimo de fermentación bajo condiciones ambientales de la zona en estudio, el mejor tipo de secado y el efecto del riego tecnificado. El valor agregado de esta investigación es que permite a los caficultores realizar un adecuado manejo de post cosecha, y de esta manera mejoren la calidad física y organoléptica de su grano de café ya que se ha determinado el tiempo de fermentación y el tipo de secado óptimo. Finalmente, el autor concluyó que las características físicas del grano de café fueron afectadas por el tipo de riego, horas de fermentación y tipo de secado. La relación que se tiene con esta tesis es que se debe realizar un buen proceso de secado para poder ofrecer un grano de calidad a un precio aceptable y beneficioso.

Mamani [14], En Puno, en su investigación indica que el grano de café después del lavado contiene alrededor de un 52% de humedad, si se seca deficientemente, se obtiene un café dañado que se vende a un precio más bajo en el mercado. Si el café se seca mucho, pierde peso, lo que genera zonas cristalizadas en los granos, que no permitirán un tostado uniforme y calidad de perfil de taza de café será muy baja. Si al café le falta secado, aparecen manchas por exceso de humedad en la superficie de los granos y se generan mohos en los cafés almacenados. Se aplicó la metodología de procedimiento experimental de operaciones logrando que mediante los modelos de secadores solares tipo invernadero con colector de calor y sin colector de calor, nos permita evaluar la temperatura, humedad relativa y determinar el tiempo de secado hasta llegar al 12 % de humedad del grano de café (*Coffea arábica*). El valor agregado de esta investigación es evaluar los dos tipos de secadores con y sin colector solar. Finalmente, el autor concluyó que el mejor tipo de secador solar fue con colector solar alcanzando temperaturas de 51°C en un día soleado, que permitió la reducción de la humedad del grano hasta 12% en un tiempo de 3 días. La relación que se tiene con esta tesis es hacer un buen análisis del porcentaje humedad que debe obtener un grano de café en el proceso de secado, antes de ser derivado al área de pilado o a su respectivo almacenamiento.

Campos [15], en su investigación indica que implementando un sistema de monitoreo físico basado en una plataforma libre de software y hardware va lograr mejorar el desempeño del centro de datos de la Universidad, alertando o enviando un correo cuando este supere los rangos de humedad y temperatura establecidos. Se aplicó la Metodología de Hardware Libre la cual se basa en tres fases y que permiten describir a detalle los elementos hardware y software utilizados. El valor agregado de esta investigación alertar al encargado del área a través de un correo ante cualquier incidente. Finalmente, el autor concluyó un incremento en el índice de satisfacción de los usuarios de la red USAT por la continuidad de los servicios debido a una mejor gestión de riesgos sobre seguridad física en el Centro de Datos. Además, se logró aumentar el ciclo de vida útil de los equipos informáticos. La relación que se tiene con esta tesis es que me sirve de base ya que hace uso de la plataforma libre de hardware y software la cual voy a incluir para llevar a cabo el desarrollo de mi proyecto y la elección de los componentes que la conformarán.

2.2. Bases teórico científicas

2.2.1. Grano de café

Es una semilla muy conocida en todo el territorio peruano, es sembrado con más frecuencia en la selva alta por caficultores que cuentan con más de 5 hectáreas de terreno [16].

Tal y como se manifiesta en [16], nuestro país cuenta con un 60 % de bosques tropicales, dato muy resaltante que lo hace ubicar en el cuarto lugar a nivel mundial. Gracias a la diversidad de flora y fauna que posee se puede estabilizar el clima y el ambiente, generando así un lugar en buenas condiciones para la siembra de plantas de cafeto. Por esa razón es que el grano de café cuenta con mayor presencia en la Amazonia, ocupando la cuarta parte del área asignada para la agricultura. El grano de café se ubica en el primer lugar en cuanto a la exportación de productos agrícolas de nuestro país. Un aproximado de 223 mil familias conducen 425 400 hectáreas (ha) de café, localizadas en 15 regiones, 95 provincias y 450 distritos. Sin embargo, solo 7 de ellas (Junín, San Martín, Cajamarca, Cusco, Amazonas, Huánuco y Pasco) concentran el 91% del total de productores y del área cultivable. El rendimiento promedio del café es bajo si se lo compara con el de otros países productores: la media nacional alcanza apenas 13 qq/ha (quintales por hectárea). No obstante, en algunas zonas cafetaleras que tienen un mejor nivel de desarrollo (como Jaén, Bagua, San Ignacio o Villa Rica, entre otras), los niveles de producción oscilan entre 30 qq/ha y 80 qq/ha. El 2011 fue un año extraordinario para el café peruano. Se produjeron cerca de 332 100 TM, y el valor de las exportaciones superó los US\$ 1650 millones. Un año después, la «roya amarilla» mostró las grandes debilidades del sector y generó una crisis productiva, social, económica e institucional [17].



FIG. 1. Grano de café pergamino
Fuente: Cenicafé

2.2.1.1. Composición del grano de café

El grano posee los siguientes componentes [18]:

- **Pulpa:** es la capa exterior y representa aproximadamente el 39 % del fruto de café
- **Mucílago:** es una sustancia gelatinosa azucarada y representa el 17 % del fruto de café
- **Pergamino:** es una cubierta dura que recibe el nombre de cáscara y representa el 7% del fruto de café.
- **Semillas:** es el grano o almendra que una vez tostada y molida, se utiliza para la producción de la bebida del café. Esta semilla representa el 37% del fruto de café.



FIG. 2. Componentes del grano de café
Fuente: Cenicafé

2.2.1.2. Estados

Considera los siguientes estados que el grano de café va obteniendo mientras va de proceso en proceso [19]:

- **Café Cereza:** es el fruto maduro que se encuentra en la planta. Para ser recogido debe presentar este estado para así aprovechar su calidad.
- **Café pergamino seco:** recibe este nombre luego de haber pasado por el área de secado.
- **Café verde:** se obtiene luego de que el grano ha pasado por el área de trilla.
- **Café tostado:** es la transformación de los granos de café verde.
- **Café molido:** una vez que han sido tostados, los granos de café son molidos antes de hacer la preparación de la bebida.



FIG. 3. Estados del grano de café
Fuente: Al grano

2.2.1.3. Variedades

Se dice que existen 2 variedades [16]:

- **Arábica (*Coffea arabica*):** es la primera especie de grano que se cultiva en mayor cantidad y la que posee menor cantidad de cafeína. Se cultiva en países como: Brasil, Colombia y en Centroamérica.
- **Robusta (*Coffea canephora*):** es la segunda especie más cultivada y la que posee mayor cantidad de cafeína. Es económica debido a que soporta las plagas y necesita de poco cuidado. Además, se cultiva principalmente en África e Indonesia.

En nuestro país se cultiva la variedad arábica, la cual se comercializa bajo la categoría “otros suaves”. Podemos encontrar las siguientes variedades: Típica, Caturra, Catimores y Borbón.



FIG. 4 Variedades del grano de café
Fuente: Cámara café y cacao

2.2.1.4. Aspectos de determinación

De acuerdo con [18] esta determinado así:

- **Color:** observar el colorido que adquirido el grano de café en los procesos de lavado y secado, en la condición ambiental y por el número de días que tuvo en el almacén.
Para la determinación del color debemos visualizar los siguientes datos:
 - Azul – verde
 - Verde – azulado, color aceptable que identifica al grano de café.
 - Verde
 - Verdoso
 - Verde amarillento
 - Amarillento pálido
 - Amarillento
 - Café

➤ **Olor:** olfatear el grano de café para percatarse del estado que posee. Existen 2 formas para definir el olor del grano:

- **Limpio:** para obtener este olor del grano de café, el grano debe presentar un olor que lo identifique como el mejor, evidenciando que se ha realizado un buen procesado y secado del grano
- **Extraño:** este olor se origina cuando el grano se almacena en lugares no adecuados, no se tiene un control adecuado en los procesos después de la cosecha y cuando se contamina con cualquier tipo de recurso del ambiente. A continuación, se presentan cuatro tipos de olores extraños:

✚ **Moho: [19]** Es originado producto del excesivo contenido de agua en el grano de café a la hora de almacenarlo, al elegir el lugar inadecuado o al no dar vuelta el grano cuando se hace el secado mediante la luz del sol. En estos casos el grano suele mancharse con puntos blancos o amarillos y el olor que presenta es como de tierra húmeda.

✚ **Terroso:** Daño que se origina cuando el grano de café ha sido recogido del suelo de la chacra o ha permanecido mucho tiempo en la arena. Suele emitir un olor a papa no cocida y el grano adquiere un color café.

✚ **Fermento / sobre fermento:** Se origina cuando se extrae del cafeto un grano que está por encima de su madurez normal, mucha demora en el despulpado o no se cambió de agua para hacer el lavado correspondiente. En estos casos, el grano de café posee un color rojizo o amarillo bien notorio o presenta manchas negras. El olor que se puede percibir es a piña, pescado o vino.

✚ **Ahumado y contaminado:** Suele originarse por no llevar a cabo un buen secado de grano de café o por factores perjudiciales que hay en el lugar donde se va almacenar el grano. En estos casos, el grano emite olores desagradables como: ahumado, de combustibles y químicos. Además, suele tener manchas negras y se le puede notar un color gris.

- **Humedad: [18]** El porcentaje de humedad óptima que debe presentar el grano de café debe estar en un rango de 10% y 12%. Debe tenerse un control adecuado de ese porcentaje ya que de este depende el obtener un grano en buen estado, con características únicas de calidad las cuales se verán reflejadas a la hora de tostar dicho grano. Si se almacena un grano por encima de la humedad establecida existe la probabilidad de que el grano de honguea, es por ello que se debe tener en cuenta hasta el mínimo cuidado para controlar el contenido de humedad exacta y sin margen de error o equivocación alguna.

- **Cálculo de la densidad aparente:** esto puede definirse como la cantidad de células por milímetro cúbico que conforman el grano de café y esto tiene un gran impacto en el desarrollo del tueste y en la calidad final de la bebida.
 - Se puede medir la densidad del grano utilizando una probeta graduada en mililitros y una balanza de gramos, para obtener densidades en unidades de gramos por mililitro.
 - Pesar una muestra de 200 gramos y colocarlo dentro de la probeta.
 - Con dos golpes firmes en la base de la probeta sostenido en la palma de la mano, nivelar el contenido y luego colocándolo sobre una superficie plana, observar el nivel que alcanza la masa de granos dentro de la probeta.
 - Leer la medida obtenida, luego dividir los granos entre los mililitros observados y el resultado será la densidad del café.
 - La densidad de los granos está ligada a la altura del cultivo, es decir, a mayor altura se espera obtener un grano de mayor densidad.

2.2.1.5. Análisis físico

Tal y como se manifiesta en [20] plantea el siguiente análisis del grano de café. Para determinar la calidad del grano de café se debe hacer énfasis en las características que este posee y de esa manera percatarnos si las actividades que se realizan antes de cosechar el grano, los buenos resultados y la exportación fueron desarrollados con el mejor procedimiento o no. En relación a ello se evaluarán los siguientes puntos:

✚ **Aspecto**

En el caso del café pergamino, debe presentar el color que lo distingue del resto de granos y un olor agradable fresco. Se debe evitar la contaminación y la adquisición de un olor desagradable del grano.

✚ **Determinación de la humedad**

La humedad del grano se debe considerar en este rango 10% - 12%. Al cumplir con ese límite se logra obtener un grano con características agradables que lo hacen únicas y de esa manera lograr evitar el desarrollo de algún hongo o el empoderamiento de malos olores

✚ **Determinación granulométrica**

A través de esta técnica se recoge información valiosa del grano de café que permite definir su factor de rendimiento y precio accesible. Además, según el tamaño que presenta es derivado a los diferentes mercados y clientes potenciales.

✚ **Contenido de defectos**

Es un análisis que se mide en porcentaje y es usado para tomar decisiones cuando el grano es trillado. Además, es un factor que determina el rendimiento del grano y tiene mucho que ver al momento verificar si el grano cumple con las normas de exportación.

2.2.1.6. Residuos del grano de café

En [21] se explica de esta manera:

- A. La pulpa:** es la cubierta externa del fruto de café usado como abono orgánico por los caficultores, posee un gran volumen (56 %) del fruto y el 40 % del peso.



FIG. 5. Pulpa del grano de café
Fuente: Cenicafé

- B. El mucilago:** es una sustancia que representa el 20 y 22 % del peso del fruto.

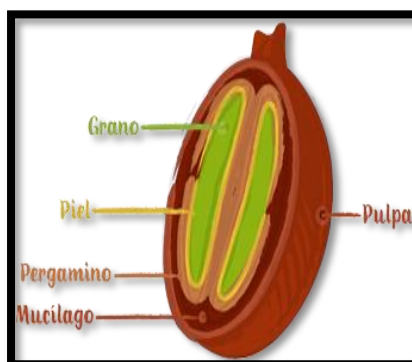


FIG. 6. Mucílago del grano de café
Fuente: Cenicafé

- C. Agua miel:** se obtiene al lavar y despulpar el grano de café.
- D. Película o pergamino:** se obtiene del proceso de pilado y cuando se despulpa el café se encuentra recubierto en una instancia de una película o cascarilla muy delgada que se llama pergamino.

El pergamino es pura lignocelulosa que hace posible tener un excedente de combustible valioso que puede ser utilizado al momento de secar el grano de café en las secadoras mecánicas. Genera cuatro mil kilocalorías por kilogramo.

Es el elemento más importante en la producción del grano, pues sirve como fuente de energía para la máquina de secado, ya que al quemarlo genera calor por lo tanto hace que el aire proveniente del ventilador se caliente. El aire caliente es expulsado a través de un tubo que llega al tambor rotatorio donde se encuentran los granos de café con el fin de disminuir su humedad.



FIG. 7. Pergamino del grano de café
Fuente: Cenicafé

2.2.1.7. Grano de café seco

Es el grano que está libre del pergamino (materia seca que cubre el grano), pero aún no está tostado. También se le llama café verde, es de color amarillo fosforescente es por eso por eso que también recibe el nombre de oro verde [22].



FIG. 8. Grano de café seco
Fuente: Cenicafé

2.2.2. Procesos del grano de café

Como señala [23] el grano de café pasa por estas fases:

2.2.2.1. Recolección del grano

Se recoge el grano de café de la planta (cafeto) que la produce. Esto se hace cuando las cerezas o bayas adquieren un color rojizo o amarillento y se puede llevar a cabo de 3 formas:

- A. Manual:** el grano se recoge baya a baya, eligiendo solo los frutos maduros.
- B. Raspado o despalillado:** se utiliza cuando la mayoría de las cerezas están maduras. Mediante un barrido de las ramas del cafeto, se quitan tanto los frutos maduros como los verdes, que caen al suelo o sobre unas lonas. A continuación, se separan por venteo las impurezas que han caído y los granos verdes, lo cuales producen un sabor más ácido.
- C. Mecánica:** esta es la metodología más empleada por los grandes productores de café y consiste en usar grandes máquinas para quitar las bayas de los árboles. Algunas de estas maquinarias hacen vibrar el tronco, de forma que los frutos caen al suelo. Otras tienen cepillos incorporados que extraen los frutos del árbol, es el método menos selectivo de todos.

2.2.2.2. Despulpado del fruto

Cada vez que se recolectan las bayas, se eliminan los residuos de la cosecha, se eliminan los defectos que envuelven el grano para obtener el café verde.

Para llevar a cabo las fases del grano de café, existen dos métodos y, en función del que se emplee, el coste del café y su calidad variarán.

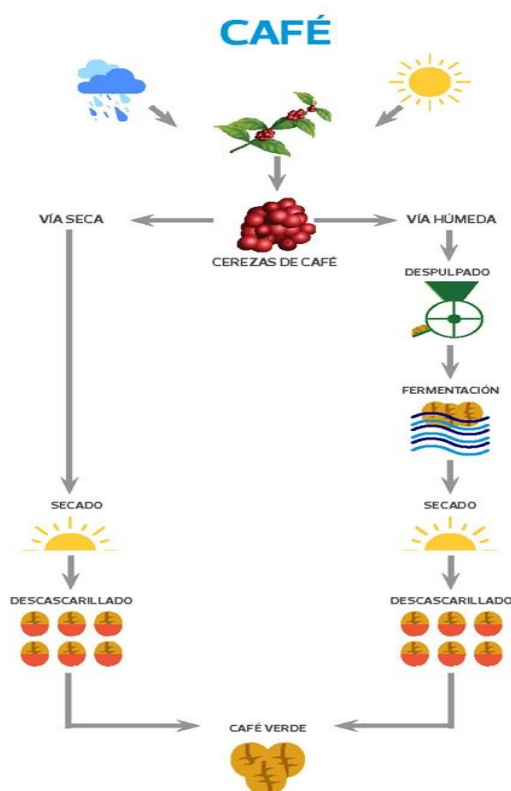


FIG. 9. Métodos para el procesamiento del grano de café
Fuente: OCU

A. Procesamiento del grano de café por el método vía seca

En este método se utilizan pocas máquinas ya que es un proceso muy simple y que se viene realizando desde épocas muy antiguas. Es muy usado en países como Brasil (90%), India y Ecuador, Haití, Etiopía y Paraguay en el tipo de café Arábica. Sin embargo, para el tipo de café Robusta casi siempre debe ser procesado por este método, pero tiene su desventaja ya que no es factible para lugares donde la humedad es muy alta o se suele tener lluvia con gran frecuencia cuando se cosecha el grano de la planta.

Como resultado final, después de llevar a cabo este método, se obtiene un grano con apariencia alta, con poca acidez y con un sabor diferente a lo que debe ser o vinoso. Este método consta de las siguientes etapas:

- ✚ **Clasificación y limpieza:** durante esta fase del procesado del café, se desechan los frutos verdes, así como los que están demasiado maduros o dañados. Luego, se eliminan las impurezas (suciedad, tierra, ramas, hoja, etc.) por cribado o flotación.
- ✚ **Secado:** las bayas de café se exponen al sol y se van rastrillando o volteando manualmente para que se sequen por igual y alcancen una humedad final máxima de 12,5 %. Si bien esta fase suele durar unas 4 semanas, en algunos cafetales más grandes se utilizan máquinas secadoras para acelerar el proceso. Esta etapa es indispensable ya que tiene mucha relación con la calidad del café verde. Un grano de café muy seco suele tener la siguiente característica: los granos son quebradizos y, por tanto, defectuosos; mientras que un café demasiado húmedo esta propenso a sufrir cambios o daños por hongos o bacterias.
- ✚ **Descascarillado:** las cerezas secas son almacenadas a granel en contenedores especiales para luego ser enviados al molino. Estando allí, se hace uso de una máquina la cual cumple la función de descascarar las capas externas de las cerezas secas y luego son separarlas, clasificarlas y llenarlas en sacos

B. Procesamiento del grano de café por el método vía húmeda (café lavado)

Para llevar a cabo este método se tiene que contar con muchos litros de agua y de un equipo de trabajo definido. El café obtenido de esta manera se considera de mejor calidad y suele ser más caro.

Por norma general, es muy usado en los tipos de café arábica excepto los países mencionados anteriormente (Brasil, India, Ecuador, Haití, Etiopía y Paraguay). Muy pocas veces es usado para el tipo de café Robusta.

Los granos de cafés lavados se caracterizan por tener un cuerpo más ligero, sabores más frutales y florales, y acidez más intensa. Este método consta de las siguientes etapas:

- ✚ **Limpieza y selección:** una vez que las cerezas han sido lavadas en grandes porciones de agua, se hace uso de cribas que separan las cerezas maduras de las verdes según su tamaño.
- ✚ **Descascarillado:** este proceso deber ser llevado a cabo luego de recoger el grano del cafeto y así evitar perjudicar su estado y su valor de calidad.

- ✚ **Despulpado:** es llevado a cabo por una maquina que separa la carne y piel del café cereza a un lado y el grano recubierto con el pergamino en otro.
- ✚ **Cribado:** se realiza una vez que los granos han sido despulpados.
- ✚ **Lavado y separación:** los granos que han sido despulpados y separados se deben lavar, luego separarse otra vez para ponerlos en el agua.
- ✚ **Fermentación:** los granos de café son colocados en silos muy grandes de fermentación durante 24-36 horas y en los que el pergamino que envuelve los granos de café se descompone. Esta fase se debe vigilar con cuidado para evitar que el grano adquiera un sabor amargo y desagradable.
- ✚ **Lavado:** se realiza otra vez, en tanques o lavadoras especiales.
- ✚ **Secado:** este proceso tiene por objetivo dejar el café a una humedad máxima del 12,5 % y puede hacerse al sol o con ayuda de una secadora mecánica. Es importante ir con cuidado para que el secado sea satisfactorio. De lo contrario, la calidad del café se verá afectada.

2.2.2.3. Envasado y transporte

El grano de café se clasifica en función de su tamaño y número de defectos, y se llena en sacos para que su almacenamiento y transporte sea más sencillo, cabe recalcar que cada vez más se usan los contenedores.

2.2.2.4. Tostado y envasado

Durante esta fase, el grano de café termina por adquirir su forma y mas que todo su sabor. Las personas encargadas del tostamiento combinan diversas variedades y las tuestan al gusto de los consumidores. Finalmente, los tostadores envasan el grano recién tostado y, en ocasiones, incluso ya molido



FIG. 10. Tostado y envasado del grano de café
Fuente: OCU

2.2.3. Proceso de secado del grano de café

En [24] se explica de la siguiente manera:

2.2.3.1. Secado

Es un proceso muy crítico ya que de este depende la calidad que se ofrece en el mercado lo cual busca disminuir la humedad del grano de café a un 12%.

2.2.3.2. Tipos de secado

En la industria existen diferentes métodos de secado para el grano de café, entre ellos se tiene el secado artesanal que consta en el secado bajo el sol y por otro lado tenemos el secado industrial que básicamente es el secado en máquinas.

A. Secado mecánico

Se emplea en empresas que producen grandes cantidades de quintales de café haciendo uso de máquinas secadoras. El calor de la secadora hace que el grano reduzca su porcentaje de humedad conforme pasa el tiempo [25].

La empresa Perhusa S.A.C. utiliza el secado industrial teniendo como primer recurso a la máquina Secadora Rotativa SRE-150X o también conocida como “Guardiola”, la cual es muy antigua y usada. Ofrece las siguientes ventajas:

- ✓ Un secado muy uniforme.
- ✓ Poca ausencia de daño físico al pergamino, disminuyendo riesgo de pérdida de calidad.
- ✓ Apariencia más duradera (pérdida de color más lenta).



FIG. 11. Secadora rotativa SRE-150X
Fuente: Pinahalense

✚ Variables que intervienen de secado mecánico

- ✓ **Temperatura del aire:** para secar los granos en máquinas secadoras se hace uso de cámaras, en las cuáles se introduce aire caliente a una temperatura de 50°C, el cual es impulsado por un ventilador que atraviesa la masa de café. El equipo en el cual se realiza el secado de los granos de café posee un termómetro bimetálico el cual indica la temperatura a la cual el aire está siendo suministrado hacia los granos de café húmedos. (Anacafé)



FIG. 12. Termómetro bimetálico
Fuente: Instrumentos Wika

- ✓ **Presión:** la presión que se aplica a la máquina secadora para el paso de aire caliente a los granos de café húmedos es de 9630,9 kPa.
- ✓ **Caudal del aire:** para que el grano de café sea secado eficientemente logrando conservar su calidad se tiene como parámetro principal un caudal de aire de 30 m³/min.

B. Secado solar

Este tipo de secado es utilizado por empresas que producen pocas cantidades de café. Se basa en exponer el café al sol para que reciba los rayos solares y así reducir la humedad que tiene en el momento. Para aprovechar los rayos del sol es recomendable extender el grano en un campo que este descubierto para que el sol penetre fácilmente al grano y de esa manera obtener en un tiempo rápido la reducción de la humedad.

Según [18], manifiesta que el secador parabólico es uno de los tipos de secador solar mas adecuados. En este tipo de secador, se debe extender una masa de grano de café de 3,5 cm de espesor, luego cada cierto tiempo dar vuelta al grano para que los rayos del sol puedan penetrar al grano en su totalidad, además durante el secado se debe evitar que el grano se contamine con factores del alrededor [16].



FIG. 13. Tipos de secado del grano de café
Fuente: Cenicafé

2.2.3.3. Comercialización del grano de café

Tal y como se explica en [26], el grano de café debe ser comercializado como café pergamino seco; la venta de café húmedo genera múltiples problemas de calidad y pérdidas al dueño de la siembra y cosecha del grano. El valor a pagar al caficultor por su café se calcula mediante el factor de rendimiento en trilla, que es la cantidad de kilogramos de café pergamino seco necesarios para obtener un saco de 70 kilogramos de café almendra. El precio obtenido en la comercialización depende de la calidad de café que se lleve al punto de compra. El factor de rendimiento en trilla óptimo es de 92,8 kilogramos de café pergamino. A menor factor de rendimiento mayor precio, y a mayor factor de rendimiento menor precio.

Para poder vender el café pergamino se deben tener en cuenta las siguientes características:

- ✓ Humedad entre el 10 y el 12%.
- ✓ Olor fresco característico.
- ✓ No se acepta café con olor a reposado, moho, tierra, vinagre, petróleo, etc.
- ✓ Color uniforme.
- ✓ La almendra no puede tener granos flojos, cardenillos y vinagres.
- ✓ El café debe estar libre de todo insecto vivo o muerto.

2.2.3.4. Descripción del proceso de producción en la empresa

Como señala en [27] se tiene las siguientes etapas:

A. Prelimpia

En las plantas de cafeto, se deben recoger los frutos rojos manualmente y seleccionar cuidadosamente solo los frutos maduros para evitar dañar las yemas de las ramas. En esta etapa, la empresa analiza el grano en el campo. Los frutos maduros (café cereza) que se obtienen de la planta se le retira la pulpa y el mucilago y de esa manera obtener el grano recubierto por el pergamino (café pergamino).

B. Secado

Los quintales de granos de café o pergamino son transportados en camiones desde el lugar de cultivo (diferentes lugares del Perú) hasta la empresa con un contenido de humedad superior a lo establecido (10 % -12 %). Al presentar un alto porcentaje de humedad, se debe reducir el contenido de agua mediante el proceso de secado y así obtener el porcentaje de humedad adecuada del grano de café.

Los granos ingresan al horno de secado, el cual se alimenta de la cascarilla o el pergamino que se obtiene como residuo del proceso de pilado, como combustible. Ingresa 30 m³ por minuto de aire caliente al horno secador. Esta operación se realiza a 40 °C por un tiempo de aproximadamente 10 horas, esto va a depender de la humedad inicial del grano.

C. Tamizado

Una vez que los granos de café están bajo óptimas condiciones de humedad, pasan por un tamizado, el cual separa los granos por tamaño. Los granos con tamaño mayor a 13 mm pasan a la siguiente etapa y los granos que no cumplen con estas medidas pasan a ser residuos.

D. Despedradora

Los granos con tamaño mayor a 13 mm pasan por una máquina despedradora, cuyo fin es retirar todo tipo de impureza como piedras, pajilla y otros.

E. Pilado

Aquí se quitará la cascarilla o pergamino del grano, la cual será succionada por otra máquina. Donde se obtiene como producto granos de café descascarillado y como residuo la cascarilla o pergamino que servirá como combustible al horno del secado.

F. Pesado

Se lleva a cabo en una balanza gravitatoria.

G. Selección por tamaño

Los granos descascarillados pasan a ser seleccionados por una máquina selectora de granos, la cual separa los granos de café de 20, 19, 18, 17,14 y 13 mm, de los que tienen mayor tamaño.

H. Selección por color

Los granos con el tamaño requerido (20, 19, 18, 17,14 y 13 mm) pasan por una selectora por color. Los granos de café se clasifican para eliminar los defectos del grano (partido, sin color aceptable o dañado). Obteniéndose granos de primera, es decir con buena presentación con color amarillo, granos de segunda y tercera (granos de color blanco, marrón y negro). Los granos de segunda y tercera son mezclados.

I. Envasado

Los granos de café se clasifican y luego son envasados de la siguiente manera:

- Los que son de primera se envasan en sacos de 69 kg de tipo fibra o yute (ayudan la ventilación del contenido) y se exportan al mercado internacional.
- Los granos que son de primera y segunda se mezclan y se envasan en sacos de 50 kg para comercializarlos localmente.

J. Almacenamiento

Para llenar en sacos de fibra (yute o fique), los granos de café deben contener un porcentaje de humedad del 12 % y de esa manera evitar el surgimiento de hongos y malos olores. Cuando el grano de café es almacenado correctamente en el lugar adecuado (fresco, limpio y ventilado) permanece estable por mucho tiempo.

2.2.3.5. Ejemplo: proceso de producción del grano de café

Para la exportación del grano verde de café, la empresa PERHUSA S.A.C. [27] obtiene los granos de café pergamino de diferentes regiones del país como San Martín, Cajamarca, Moyobamba, entre otras. Cada lugar con un porcentaje de humedad distinto. En este caso, el grano utilizado ha sido traído de San Martín con un 20% de humedad, el cual pasa a una **prelimpia** realizada por los trabajadores, donde se sacan residuos (hojas, pajas, ramas pequeñas, etc.). Después de la prelimpia pasa directamente al **secado**, la operación más importante durante el proceso, pues es la encargada de disminuir su humedad hasta un 12%. El tiempo de secado va a depender de la cantidad de humedad del grano, en este caso se realiza durante 10 h a una velocidad constante. Después de haberse secado, pasa a un **tamizado** donde solo pasan los granos que sean mayores a 13 mm, y los que son menores se echan en sacos para luego ser mezclados con diferentes granos. Sin embargo, no solo pasan granos de café sino también residuos, es por ello por lo que se usa una **Despedradora** la cual elimina piedras o cualquier otro residuo. Luego, estos granos despedrados pasan al área de **pilado** la cual se encarga de eliminar la cascarilla o pergamino que es utilizado como combustible para la Guardiola (Secadora Rotativa SRE-150X), donde se realiza el secado, los granos de café descascarillados pasan a **pesado** con una balanza gravitatoria para luego ser seleccionado por tamaño. Los granos son **seleccionados** si tienen medidas de 20, 19, 18, 17, 14 y 13 mm, estas son medidas estandarizadas por el seleccionador de tamaño, eliminándose así los granos mayores a 20 mm, los cuales son usados para **mezclarlos** y venderlos a la empresa Altomayo. Posteriormente, se **selecciona por color** donde a través de láser se seleccionan los granos de primera (grano amarillo) y se quedan los granos de segunda y tercera como los granos blancos, marrones, negros con el fin de mezclarlos y venderlos mayormente en el Perú. Finalmente, se **envasan** los granos de café con 12% de humedad y se **almacenan** para su pronta exportación.

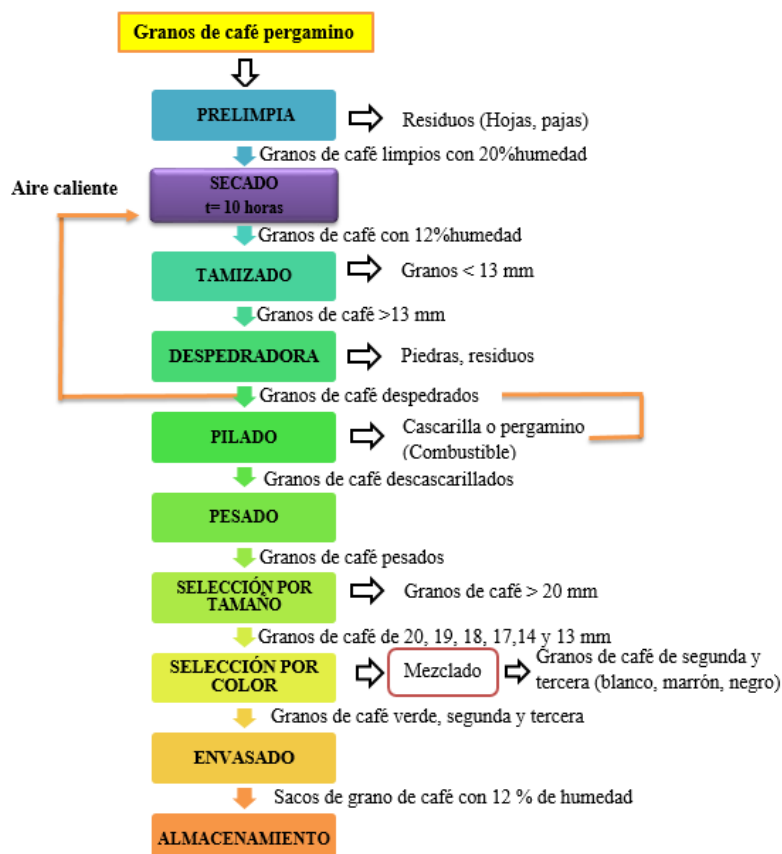


FIG. 14. Proceso de producción del grano de café
Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Aplicación web

De acuerdo con [28] se define así:

2.2.4.1. Definición

Es una aplicación informática distribuida cuya interfaz de usuario es accesible desde un cliente web, normalmente un navegador web.

2.2.4.2. Ventajas

- ✓ Ayuda a que la empresa obtenga más rentabilidad ya que le beneficia en no comprar licencias, no invertir en personal u otros elementos.
- ✓ Para su uso no hay necesidad de contar con licencias
- ✓ Es fácil acceder al sistema en unos cuantos pasos
- ✓ Permite que se relacione una organización con otra y se mantengan comunicadas.
- ✓ Logra que comunicación con tus clientes sea constante en cualquier momento.

2.2.5. Lenguaje de programación

2.2.5.1. PHP

Tal como y como se manifestado por [29] es un lenguaje de programación de aplicaciones web sencillo, de sintaxis cómoda y similar a la de otros lenguajes como Perl, C y C++. Es un lenguaje ideal tanto para aprender a desarrollar aplicaciones web simples como complejas.

A. Ventajas

- Se puede aprender rápido porque es muy fácil.
- Dispone de gran cantidad de librerías y módulos.
- Está orientado a objetos.
- Utiliza de un lenguaje multiplataforma
- Pude conectarse con una gran cantidad de base de datos: MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server
- No hay necesidad de definir los tipos de variables.
- Está diseñado con el fin de ser un lenguaje muy seguro para escribir CGI (mecanismo muy simple que permite que un servidor web ejecute un programa escrito en cualquier lenguaje de programación).
- El intérprete de PHP, los diversos módulos y gran cantidad de librerías desarrolladas para PHP son de código libre.

B. Funcionamiento

Si solicitamos a nuestro servidor una página PHP, éste envía dicha página al intérprete de PHP que la ejecuta (de hecho, no se trata más que de un programa) y devuelve el resultado (generalmente HTML) al servidor web, el cual, a su vez, se lo enviará al cliente.

Por ejemplo, tenemos un fichero denominado “ejemplo.php” con el siguiente contenido:

```
<?
php echo “<h1> ¡Bienvenido operador! </h>”;
?>
```

El servidor se encarga de enviar la página al intérprete de PHP, el cual ejecuta la página y obtiene como resultado: **<h1> ¡Bienvenido operador! </h>**. Luego el servidor se lo envía a quien ha solicitado la página, es decir al navegador cliente.

2.2.5.2. HTML

Es un lenguaje con el que se definen las páginas Web, Permite describir el contenido de una página, incluyendo texto y otros elementos (imágenes, videos, pequeñas aplicaciones, etc.) [30]

2.2.6. Gestores de base de datos

De acuerdo con [31] es una herramienta esencial en muchos entornos, desde usos en negocios, investigación y contextos educativos, hasta la entrega de contenido en internet.

2.2.6.1. MySQL

Es un gestor de base de datos muy conocido al momento de desarrollar aplicaciones web por evidenciar un gran rendimiento a la hora de trabajar con datos simples.

A. Ventajas

- ✓ **Velocidad:** es rápido, provee mejoras dentro de InnoDB (motor de almacenamiento predeterminado) y el optimizador de consultas.
- ✓ **Facilidad de uso:** provee una rendición al cien por ciento, es fácil de poder acceder a ella ya que en unos simples pasos se puede manipular y dirigir.
- ✓ **Capacidad:** al mismo tiempo, muchos clientes pueden acceder a ella sin tener ningún inconveniente
- ✓ **Conectividad y seguridad:** tenemos la oportunidad de acceder a ella desde cualquier lugar que nos encontremos y restringe el acceso a personas no autorizadas.
- ✓ **Portabilidad:** Puede ser ejecutado en los diferentes sistemas operativos que conocemos hoy en día.

2.2.6.2. PostgreSQL

En [45] se define como un gestor de base de datos relacionales de objetos de código libre. Enfatiza la sofisticación de sus características y el alto grado de confianza de la comunidad.

Su modelo de licencia permite el uso comercial sin limitaciones y hay muchas compañías que ofrecen soporte comercial de PostgreSQL. Por esta razón, las nuevas empresas a menudo prefieren PostgreSQL. Debido a sus ricas extensiones, a menudo se usa con fines de investigación.

A. Ventajas

- ✓ Su instalación y la configuración es bastante fácil, ya que es apoyada por la mayoría de herramientas de empaquetado, tales como apt, yum y Homebrew. Además, hay instaladores interactivos para Windows y macOS. Existen extensiones y herramientas que ayudan a administrar y monitorear servidores PostgreSQL, como pgAdmin y psql.
- ✓ Cumple con los estándares ANSI SQL, lo que facilita su aprendizaje y uso. Aparte de esto hay muchos recursos que ayudan a los desarrolladores a aprender y solucionar problemas de PostgreSQL
- ✓ Tiene una documentación muy buena y bien estructurada y una comunidad muy activa y organizada.
- ✓ Admite control de concurrencia tanto pesimista como optimista, y el comportamiento de bloqueo se puede elegir en función del caso de uso.
- ✓ Trabaja con objetos de gran tamaño.
- ✓ Es escalable gracias a sus capacidades de replicación.
- ✓ Se puede utilizar para configurar soluciones de gestión de datos altamente disponibles y de alto rendimiento.
- ✓ Capaz de adaptarse en diferentes escenarios al momento de conectarse.

2.2.7. Sensores

2.2.7.1. Definición

Un sensor [32] es un dispositivo eléctrico y/o mecánico que convierte magnitudes físicas (luz, magnetismo, presión, etc.) en valores medibles. Esto se realiza en tres fases:

- Un fenómeno físico a ser medido es captado por un sensor, y muestra en su salida una señal eléctrica dependiente del valor de la variable física.
- La señal eléctrica es modificada por un sistema de acondicionamiento de señal, cuya salida es un voltaje.
- El sensor dispone de una circuitería que transforma y/o amplifica la tensión de salida, la cual pasa a un conversor A/D, conectado a un PC. El convertidor A/D transforma la señal de tensión continua en una señal discreta.

2.2.7.2. Tipos

A. DHT22

Es un sensor básico de humedad y temperatura de costo reducido. Usa un sensor de capacidad para medir la humedad y un termistor para medir la temperatura del aire que lo rodea. Está diseñado para medir temperaturas entre 0 y 50°C con una precisión de $\pm 2^\circ\text{C}$ y para medir humedad entre 20% y 80% con una precisión de 5% con periodos de muestreo de 1 segundo. El formato de presentación es una pequeña caja de plástico de 15.5mm x 12mm x 5.5mm con una cara en la cual tiene una rejilla que le permite obtener las lecturas del aire que lo rodea [33].



FIG. 15. Sensor DHT22
Fuente: Toma del proyecto

B. Sensor DHT11

El DHT11 es un sensor básico de humedad y temperatura de bajo costo. Usa un sensor de capacidad para medir la humedad y un termistor para medir la temperatura del aire que lo rodea. Está diseñado para medir temperaturas entre 0 y 50°C con una precisión de $\pm 2^\circ\text{C}$ y para medir humedad entre 20% y 80% con una precisión de 5% con periodos de muestreo de 1 segundo.

C. Sensor LM35

Es un sensor de temperatura. Esta calibrado de fábrica con una precisión de 1°C y es capaz de tomar lecturas entre -55°C y 150°C

2.2.8. Tarjetas de desarrollo Arduino

Arduino es una es una plataforma de desarrollo que es fácil de aprender a usar. Puede ser aplicada en muchos escenarios de la realidad ya que ofrece documentación precisa que sirve de guía. Es utilizada por especialistas en electrónica y robótica [34].

2.2.8.1. Arduino UNO

Es una tarjeta de desarrollo que posee un total de 14 pines de entrada/salidas digitales y un procesador de ATmega328. Es fácil de manipular, tiene instrucciones entendibles y muy simples [35].



FIG. 16. Tarjeta de desarrollo Arduino Uno
Fuente: Mechatronics

2.2.8.2. Arduino Leonardo

Es una placa electrónica basada en un microcontrolador. En este caso, hablamos del ATmega32u4. Una de las características de la placa es que cuenta con 20 pines de entrada/salidas digitales, de los cuales, podemos usar 7 como salidas PWM (Pulse-Width Modulation) y 12 como entradas analógicas. Al igual que arduino puede ser fácil de manipular [36].



FIG. 17. Tarjeta de desarrollo Leonardo
Fuente Mechatronics

2.2.8.3. Arduino Mega

Es una tarjeta con muchas más características que el arduino uno. Posee un microcontrolador de mucha más potencia, posee mayor cantidad de pines de entrada y salida que le permiten crear proyectos un poco más complejos, memoria de más capacidad y velocidad potente. Es fácil de usarlo y aprender la funcionalidad que ofrece [37].



FIG. 18. Tarjeta de desarrollo Arduino Mega
Fuente: Mechatronics

2.2.8.4. Arduino Ethernet Shield

Es la tarjeta Arduino encargada de enviar los datos a través de internet [37].



FIG. 19. Arduino Ethernet Shield

Fuente: Mechatronics

2.2.8.5. Comparación entre las tarjetas de desarrollo Arduino

Para realizar esta breve comparación se puso énfasis en las especificaciones técnicas que ofrece cada uno de ellas en la Tabla I.

Tabla I Comparación entre las tarjetas de desarrollo

Fuente: Elaboración propia

Tarjetas Arduino Esp. Técnicas	Uno	Leonardo	Mega 2560
Procesador	ATMega 328	ATMega 32u4	ATMega 2560
RAM (kb)	2	2,5	8
Memoria (kb)	32	32	256
BootLoader	-	usa 4 kb	usa 8 kb
USB	-	1 (mini USB)	1
Inputs / Outputs	- 14 pines digitales - 6 inputs análogos	- 20 pines digitales - 12 inputs análogos - 7 outputs	- 54 pines digitales - 16 inputs análogos - 14 outputs
Precio	S/ 60	S/ 85	S/ 110
Velocidad	16 MHz		
IDE	Arduino IDE		

2.2.9. Metodologías ágiles

2.2.9.1. Definición

Según aparecieron para disminuir la disconformidad de los usuarios y lograr resultados de gran calidad en el menor tiempo posible [38].

2.2.9.2. Metodologías principales

A. Extreme Programming

Según es considerado el proceso de desarrollo ágil más destacado debido a que cualquier proyecto puede ser adaptado fácilmente a su forma de aplicación [38].

B. Scrum

De acuerdo con [31] puede ser aplicada en proyectos donde sus requisitos tienden a ser cambiantes cada cierto tiempo. Posee dos características:

- ✓ El software se desarrolla mediante iteraciones que llevan el nombre de Sprint, los cuales tienen una duración de 30 días y conforme se termina de desarrollar un Sprint se le va presentando al cliente.
- ✓ El equipo de desarrollo se reúne a diario en un lapso de 15 minutos para coordinar e integrar actividades relacionadas con el proyecto [38].

C. Comparación

Tabla II. Comparación entre XP y SCRUM

Fuente: Elaboración propia

XP	SCRUM
Orientada a la creación y funcionamiento del producto	Orientada a la documentación de cada iteración
Se trabaja en parejas	Se trabaja individualmente
Las iteraciones se entregan en un rango de 1 a 3 semanas	Las iteraciones se entregan en un rango de 1 a 4 semanas
Se aplica en proyectos pequeños	Se aplica en proyectos grandes

2.2.10. Extreme Programming

Es una metodología ágil de desarrollo orientada a crear proyectos simples, donde los factores importantes son la comunicación, la integración y modificación del código fuente [38].

2.2.10.1. Objetivos

- ✓ Satisfacer las necesidades y expectativas del cliente.
- ✓ Hacer robusto el trabajo en equipo.
- ✓ Disminuir el impacto de riesgo sobre el costo, tiempo, calidad y alcance.

2.2.10.2. Características

- ✓ Garantiza el buen funcionamiento ya que es sometida a constantes pruebas y errores
- ✓ La presencia del cliente es indispensable en el proyecto.
- ✓ En cada etapa de desarrollo disminuye el costo por cada cambio que se realice.
- ✓ Cliente comprometido con el proyecto
- ✓ Durante el desarrollo los requisitos suelen modificarse.
- ✓ Equipo reducido e integrado
- ✓ Equipo bien formado, potente y capaz de adaptarse a nuevo aprendizaje.

2.2.10.3. Herramientas

A. Historias de usuarios

el cliente describe en sus propias palabras lo que debe hacer el sistema. Debe ser escrito de la manera más clara posible para que el programador lo entienda rápidamente y así pueda elaborarlo en el menor tiempo posible [39].

Tabla III Historias de usuarios
Fuente: Metodología XP

HISTORIA DE USUARIO	
Número: Identificador de cada historia	Usuario: Es el encargado de manipular una parte del sistema según la descripción que haya realizado.
Nombre: Denominación que la identifica	
Prioridad en Negocio: Enumera cuán importante es esta historia en el negocio en un rango del 1 al 5. Es definida por el cliente.	Riesgo en desarrollo: valor de complejidad que representa al equipo de desarrollo
Puntos Estimados: Tiempo (en semanas) en el que será desarrollada. Esta duración es establecida por el programador.	Iteración Asignada: El cliente asigna en que iteración se va a implementar la historia.
Programador Responsable: Nombre de la persona que la va a programar	
Descripción: El cliente detalla toda la funcionalidad que debe realizar alguna parte o todo el sistema, la cual debe ser realizado por el programador.	
Observaciones: Se describen algunas restricciones que debe tener lo detallado por el usuario	

B. Tareas de ingeniería

Se describen todas las actividades que serán llevadas a cabo en cada una de las historias de usuario. Tienen mucha relación con el programador ya que se le hace fácil el poder entenderlo y programarlo [39].

Tabla IV Tareas de ingeniería

Fuente: Metodología XP

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: Es el identificador de cada tarea	Número de Historia: Enumerar a que historia de usuario pertenece
Nombre de Tarea: Denominación por la que se diferencia de las demás	
Tipo de Tarea: Indica el estado (en proceso o terminada) en cuanto a la elaboración de la tarea	Puntos Estimados: Tiempo (en días) que se empleará para desarrollarla.
Fecha Inicio: En la que se empieza a crear la tarea	Fecha Fin: En la que se da por concluida la tarea
Programador Responsable: Nombre de la persona que va a programar la tarea	
Descripción: Se detalla todo lo que se debe realizar en esta tarea	

C. Pruebas de aceptación

En esta fase el cliente puede ver cuán avanzado va su sistema y los programadores ver cuánto van avanzando y qué es lo que les falta hacer. Además, el cliente verifica si está conforme o no con la funcionalidad del sistema [39].

Tabla V. Pruebas de aceptación
Fuente: Metodología XP

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	
Código: Identificador de cada prueba	Nº Historia de Usuario: Enumerar a que historia de usuario pertenece
Historia de Usuario: Nombre de la historia a la que se le está haciendo la prueba	
Condiciones de Ejecución: Restricciones que se deben tomar en cuenta antes de hacer las pruebas	
Entrada/Pasos de Ejecución: Detallar los pasos que debe seguir el cliente para probar la funcionalidad de la historia de usuario	
Resultado Esperado: Resultado satisfactorio que debe obtener el cliente, luego de haber realizado la ejecución	
Evaluación de la Prueba: Indica el estado de satisfacción del resultado de la prueba, ya sea como aprobado o no aprobado	

D. Tarjetas CRC (Clase – Responsabilidades – Colaboradores)

Según en ellas se describen las clases que pertenecen al sistema y aquellas con las que se relacionan [39].

Tabla VI. Tarjetas CRC
Fuente: Metodología XP

TARJETAS CRC	
Nombre de la clase: Denominación que recibe la tarjeta	
Responsabilidades: Atributos y operaciones que pertenecen a la clase principal	Colaboradores: Son las clases que tienen relación con la clase principal

E. Roles

- ✚ **Programador:** es la persona que cumplirá con el desarrollo de las historias de usuario
- ✚ **Cliente:** es la persona que define la funcionalidad del sistema y quien hace las pruebas correspondientes de aceptación
- ✚ **Encargado de pruebas (tester):** es la persona encargada de aplicar las pruebas cada cierto tiempo y comunicar los resultados al equipo.
- ✚ **Encargado de seguimiento (tracker):** es la persona que monitorea el avance de los programadores, comparándolo con el cronograma de actividades que se tiene establecido.
- ✚ **Entrenador (coach):** es el jefe del proceso, encargado de hacer que los programadores cumplan sus tareas a tiempo.
- ✚ **Consultor:** es una persona ajena al proyecto que aportara de sus conocimientos ante alguna duda o problema.
- ✚ **Gestor (BIG BOSS):** es una persona intermediaria entre el cliente y el programador. Coordina las reuniones y avances, define a los integrantes del equipo, recursos y maneja los inconvenientes que surgen durante el desarrollo.

F. Fases

✚ **Planeación**

En esta fase deben estar en constante comunicación todas las personas que forman parte del proyecto. Por ejemplo: la persona a quien se le está elaborando el proyecto, la que va a llevar a cabo el proyecto y otras personas que estén involucradas en el área o áreas del proyecto. Al término de esta fase se obtienen los siguientes documentos: las historias de usuarios, el plan de entregas, de iteraciones y reuniones diarias de seguimiento.

✚ Diseño

Se basa en diseños muy simples y entendibles. Tiene relación con los siguientes términos [39]:

- ✓ *Simplicidad*: permite que se la implementación se realice en poco tiempo.
- ✓ *Soluciones “spike”*: ante cualquier inconveniente nos ayudan a plantear diferentes alternativas de solución.
- ✓ *Recodificación (Refactoring)*: permite escribir el código de la manera más sencilla posible.
- ✓ *Metáforas*: en ellas se ven manifestados el propósito del proyecto, además se ve reflejado la diferencia del antes y después de haber llevado a cabo el proyecto

✚ Codificación [39]

- ✓ *Disponibilidad del cliente*: es indispensable contar con la presencia del cliente durante todo el desarrollo ya que ante cualquier duda o inquietud será de gran ayuda acudir a él.
- ✓ *Uso de estándares* entendidas y puestas en prácticas por todo el equipo.
- ✓ *Programación basada en pruebas*: las pruebas se definen al principio y se aplican por cada avance que se haga.
- ✓ *Programación en pares*: tiene como beneficio obtener un producto de mejor calidad debido a que si una de ellas se equivoca la otra corrige el error y juntos apuntan a diseñar algo diferente y único.
- ✓ *Propiedad colectiva del código*: se aceptan nuevas ideas y el apoyo de otra pareja de programadores ya sea para solucionar un problema o mejorar el código que había.
- ✓ *Ritmo sostenido*: todo debe estar bien planificado y cumplirse tal y como se estableció, para evitar la acumulación de tareas.

Pruebas

- ✓ *Pruebas de código por módulos:* se le debe aplicar a todos los módulos antes de hacer las pruebas de manera general.
- ✓ *Detección y corrección de errores:* si suele aparecer algún error se debe corregir en ese mismo momento, y probar otra vez para percatarse de que se corrigió correctamente.
- ✓ *Pruebas de aceptación:* se elabora para cada historia de usuario. El cliente debe hacer las pruebas de diferentes formas para que de esa manera concluir que la implementación de cada historia de usuario es la correcta.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación es aplicada, ya que la plataforma tecnológica va a emitir un sonido de alerta ayudando así a que el proceso de secado de café sea mejor.

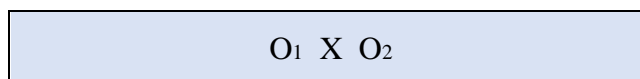
3.1.2. Nivel de investigación

Es de tipo Pre experimento.

3.2. Diseño de investigación

De acuerdo a la investigación que se desarrolló, el diseño de contrastación que se utilizó fue una medición antes y después de la implementación de la aplicación web, basado en un solo grupo.

El diseño se diagrama como sigue:



Donde:

Tabla VII. Diseño de investigación

Fuente: Elaboración propia

O ₁	X	O ₂
Medición antes de la implementación de la plataforma tecnológica	Plataforma tecnológica	Medición después de la implementación de la plataforma tecnológica

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población objeto del estudio estuvo constituida por:

- ✓ **Población** = 10 toneladas de grano de café pergamino (147 sacos de 68 kg) en el turno mañana (7:00 am – 7:00 pm).

3.3.2. Muestra

La muestra se ha obtenido haciendo uso de la fórmula del *procedimiento para estimar el tamaño de la muestra representativa para una población finita* definida por Bernal [40]:

$$n = \frac{Z^2 PQN}{E^2(N - 1) + Z^2 PQ}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra por estimar.

Z = Nivel de confianza o margen de confiabilidad (95%, es decir, $Z = 1,96$).

N = Tamaño de la población (Número).

P = Proporción (intervalo, calculado a partir de los datos de la muestra, en el cual nosotros “confiamos” se encuentra la proporción de la población. En este caso $P = 0.5$).

Q = $1 - P = 0.5$.

E = Error de estimación (diferencia máxima entre la proporción muestral y la proporción proporcional que el investigador está dispuesto aceptar en función del nivel de confianza definido para el estudio. En este caso $E = 0.05 * 5\%$).

✓ Muestra 1

La muestra de la población 1 estuvo constituida por:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 147}{0.05^2(147 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$n = 107$ sacos de granos de café pergamino de 68 kg.

Esta muestra ha permitido seleccionar sacos de granos de granos de café con diferentes porcentajes de humedad, lo cual es válido ya que se obtendrán resultados fiables.

3.3.3. Muestreo

La técnica de muestreo que se aplicó ha sido no probabilística ya que se eligió una muestra seleccionada al azar para garantizar un resultado válido.

3.4. Criterios de selección

En el proceso de secado de café, el grano es el principal elemento a quien se le debe tener mucho cuidado por lo que se debe controlar bien el tiempo en el que debe permanecer en la secadora.

Se ha elegido al grano de café como población porque es aquel donde se va a medir el porcentaje humedad. Además, es el principal objeto de estudio debido a que mediante la aplicación web se logrará que este sea extraído en su porcentaje de humedad óptima.

3.5. Operacionalización de variables

Las variables que se han utilizado como elementos básicos en el desarrollo de la hipótesis están identificadas de la siguiente manera:

3.5.1. Variables

3.5.1.1. Variable independiente

Plataforma tecnológica

3.5.1.2. Variable dependiente

Proceso de secado de café

3.5.2. Indicadores (Operacionalización de variables)

Tabla VIII Indicadores

Objetivo específico	Indicador(es)	Definición conceptual	Unidad de medida	Instrumento	Definición operacional
- Elegir la plataforma de desarrollo adecuada.	- Especificaciones técnicas	- Elegir el tipo de sensor y la plataforma que de buen soporte a estos.	- Número	Los cuatro objetivos específicos estarán bajo el instrumento de observación	Plataforma que soporte el desarrollo
- Implementar la solución haciendo uso de la plataforma de desarrollo elegida.	- Compatibilidad	- Hacer uso de la plataforma seleccionada.	- Porcentaje		Verificar el funcionamiento en conjunto de los equipos elegidos
- Demostrar los beneficios obtenidos al implementar la solución	- Disminuir el tiempo que se toma el operador para registrar el lote de granos que se va a secar.	- Detallar cuales fueron los cambios obtenidos una vez desarrollado el proyecto.	- Minutos		Observar que resultados originó la implementación
	- Reducir el esfuerzo del operador (al estar en constante muestras cada media hora) mostrándole una interfaz intuitiva de monitoreo del grano de café.		- Porcentaje		
- Validar la funcionalidad de la aplicación web	- Reducir las pérdidas mensuales que equivalen en un monto de 4250 al mes.	Aplicar las pruebas necesarias para lograr cumplir con los requerimientos del usuario final	- Soles	Observar que la aplicación web registre el lote, alerte y muestre el comportamiento del grano durante el secado.	
	- Reducir el porcentaje de defectos que impiden que el grano de café sea vendido a su precio normal.		- Porcentaje		
	- Numero de pruebas funcionales por el usuario final		- Número		

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación, en la siguiente tabla se muestra las técnicas e instrumentos que fueron útiles para la recolección de datos.

Tabla IX TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas	Instrumentos	Elementos de la población	Propósito
Entrevista	Comunicación abierta	Operadores del área de secado	Conocer las actividades e inconvenientes de los involucrados con el área de secado y de esa manera poder tener un dominio más claro del negocio.
Observación	Escala de observación	Grano de café	Conocer el proceso de secado de café y tener una visión clara de los problemas relacionados con el área de secado.

3.7. Procedimientos

3.7.1. Metodología de desarrollo

A continuación, se mencionan las actividades que se realizaron en cada una de las iteraciones de la metodología a seguir, en este caso hemos elegido la metodología Extreme Programming (XP).

1. Fase 1: Planeación

En esta iteración se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Comunicación entre el equipo de desarrollo y el cliente
- ✓ Identificación de la situación actual en la empresa
- ✓ Definir las historias de usuarios

2. Fase 2: Diseño

En esta iteración se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Comparar la situación actual y fijar el propósito del proyecto a elaborar.
- ✓ Modelo relacional de la base de datos
- ✓ Integrar todos los componentes de la plataforma tecnológica
- ✓ Definir las Tarjetas Clase – Responsable – Colaborador

3. Fase 3: Codificación

En esta iteración se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Programación de la plataforma tecnológica en en el id arduino
- ✓ Programación de los módulos de la aplicación en el lenguaje de programación PHP.

4. Fase 4: Prueba

En esta iteración se desarrolló la siguiente actividad:

- ✓ Definir las pruebas de aceptación y evidenciar que sean conformes por el operador.

3.7.2. Análisis de riesgos

El análisis de riesgos en el desarrollo de la presente tesis se efectuó con la finalidad de identificar las fases, entregables y objetivos afectados durante desarrollo de la presente tesis, las mismas de detallan en el *Anexo N° 02*.

3.7.3. Producto acreditable

1. Interfaces

Se construyeron las interfaces de la aplicación web haciendo uso del lenguaje PHP, las mismas que se presentan en el *ítem 4.1.5. Iteración #5: Diseño, sección Diseño de interfaces, en el Capítulo IV. Resultados.*

Menú principal, logramos ver las opciones a las cuales tendremos acceso:

Mi perfil, en esta parte podremos actualizar nuestros datos.

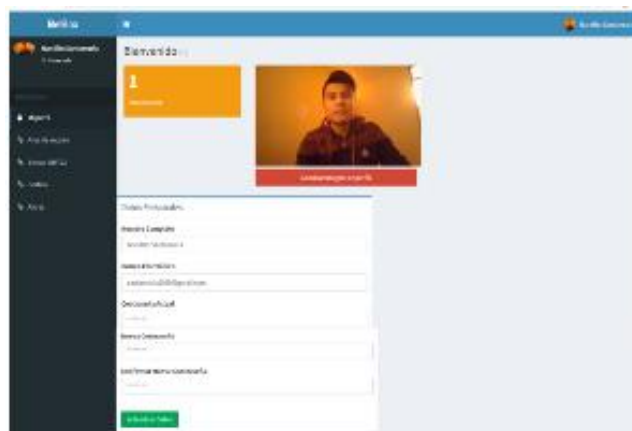


FIG. 20 Mi perfil

Fuente: Elaboración propia

Lote: Ingresamos los datos del lote a secar, aquí podremos hacer el mantenimiento completo de la tabla lote.

Fuente: elaboración propia

Registros encontrados: 4

Nuevo

Id	Secadora	Lote	Zona	Almacen	fecha y hora	humedad inicial	Sacos	Editar	Eliminar
1	1	10	Salipo	03A04	2019-07-04 12:42:00	70.5	150	Editar	Eliminar
2	3	3	Pichanaquiriki	03A08B	2019-07-04 13:25:07	70.8	180	Editar	Eliminar
3	3	3	Pichanaqui	03A08	2019-07-04 13:27:42	70.9	160	Editar	Eliminar
4	4	4	Pichanaqui	03A08B	2019-07-04 15:29:30	70.7	130	Editar	Eliminar

Página: 1

FIG. 21 Interfaz de listado de lote

Fuente: Elaboración propia

Sensor DHT22: Listado de datos de la temperatura y humedad, solo podremos visualizar ya que los datos son capturados por el sensor dht22 mas no manipulados por el administrador.

[<== Regresar](#)

Datos del sensor DHT22			
Id	Temperatura	Humedad	Fecha y hora
1	20.4	50.5	2019-06-27 10:38:00
2	24.8	53.3	2019-06-27 10:52:12
3	24.8	53.5	2019-06-27 10:52:13
4	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:15
5	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:16
6	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:17
7	24.8	53.3	2019-06-27 10:52:18
8	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:19
9	24.8	53.3	2019-06-27 10:52:20

FIG. 22. Listado de la humedad del grano
Fuente: Elaboración propia

Gráfico: Mostramos el monitoreo de los datos gráficamente

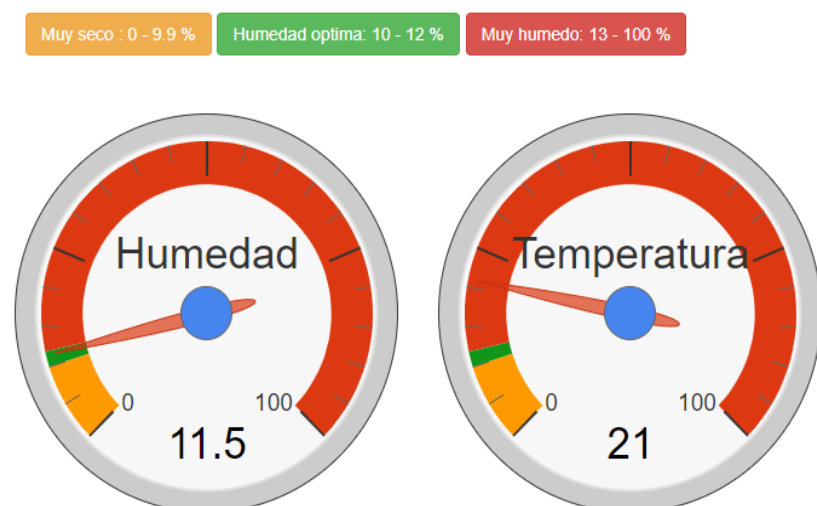


FIG. 23 Semaforización de la humedad del grano de café
Fuente: Elaboración propia

Alerta: Cuando se ha obtenido la humedad óptima del grano, se muestra ese dato con su respectiva fecha y hora. Lo cual nos va poder permitir tomar las siguientes decisiones: extraer el grano de la secadora, comparar que tiempo se tomó un lote con respecto a otro, de qué lugar (Satipo, Pichanaqui, etc.) proviene ese lote que seca más rápido o que demora mucho más para secar.

[<=> Regresar](#)

HUMEDAD OPTIMA		
Id	Humedad	Fecha y hora
106	47	2019-06-27 12:14:39
107	47	2019-06-27 12:14:40
108	47	2019-06-27 12:14:41
109	47	2019-06-27 12:14:42

FIG. 24. Listado de la humedad óptima del grano de café
Fuente: Elaboración propia

2. Arquitectura

De diseñó una arquitectura idónea para el funcionamiento de la plataforma tecnológica.

Módulo de escaneo. - Este módulo es contenido por una tarjeta arduino y un sensor de temperatura y humedad. En conjunto con el código desarrollado, su función es leer los datos de los sensores que obtienen información de la calidad del grano de café. Estos datos serán transmitidos por medio de la red inalámbrica a un equipo que está dentro de la misma red LAN, equipo que contiene un servicio web local.

Módulo de proceso. - Aquí se encuentra el servicio web local que procesara los datos guardándolos en una base de datos. Este también permitirá el acceso a la información.

Módulo de acceso. - Desde este módulo el usuario podrá acceder a la información a través de una Aplicación web la cual consume el servicio web local.

Módulo de almacenamiento. - propiamente la base de datos, donde se almacenará todos los datos del sensor dht22 con hora y fecha.

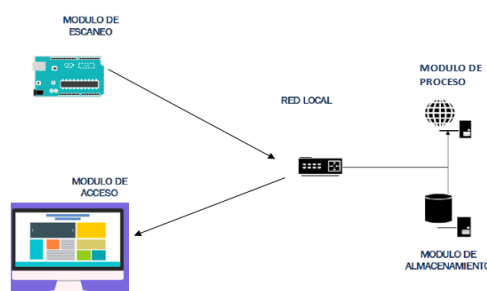


FIG. 25. Arquitectura

Fuente: Elaboración propia

3. Infraestructura tecnológica

Considerando la arquitectura anteriormente descrita, se definen las características de cada uno de sus componentes.

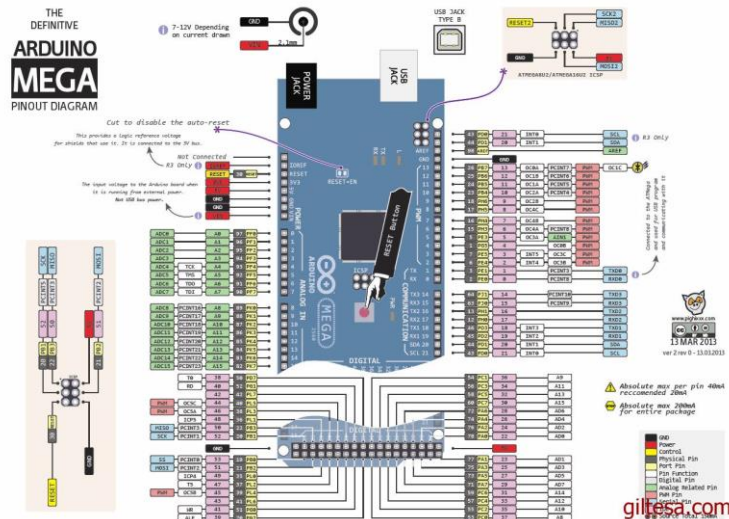


FIG. 26. Diagrama esquemático de la tarjeta Arduino Mega
Fuente: Arduino

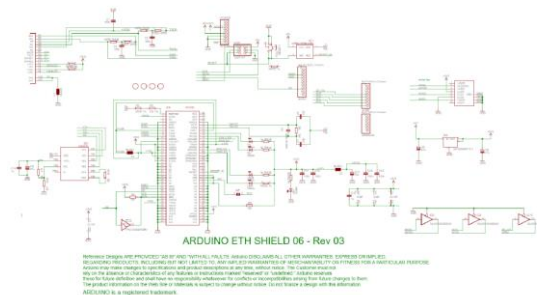


FIG. 27. Diagrama esquemático de tarjeta Ethernet Shield W5100
Fuente: Arduino

3.7.4. Manual de usuario

Se elaboró un manual de usuario con la finalidad de ayudar a los usuarios en el uso de la aplicación web que se implementó, la cual se muestra en el Anexo N° 04.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Los datos han sido procesados a partir de la información recogida por la observación presencial del proceso en el área de secado y la entrevista aplicada a los operadores y el gerente de la planta de café.

3.9. Matriz de consistencia

Tabla X Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>HIPÓTESIS</u>	<u>VARIABLES DE ESTUDIO</u>
¿De qué manera se podrá apoyar en el proceso de secado en una planta procesadora de café ubicada en la Provincia Constitucional del Callao?	Desarrollar una plataforma tecnológica para apoyar en el proceso de secado en una planta procesadora de café.	Con el desarrollo de una plataforma tecnológica se apoyará en el proceso de secado en una planta procesadora de café.	VARIABLE INDEPENDIENTE Plataforma tecnológica
			VARIABLE DEPENDIENTE Proceso de secado
<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>		<u>INDICADORES</u>
- Elegir la plataforma de desarrollo adecuada.	- Al comparar las especificaciones técnicas de los productos que conforman la plataforma tecnológica, hemos elegido Arduino Mega 2560, el sensor de temperatura y humedad dht22 como los más adecuados y eficientes.		- Especificaciones técnicas
- Implementar la solución haciendo uso de la plataforma de desarrollo elegida.	- Hacer uso de la plataforma de desarrollo elegido y ver cuán compatibles son para el funcionamiento en conjunto.		- Compatibilidad
- Demostrar los beneficios obtenidos al implementar la solución	- Alertar al personal y lograr extraer el grano en su porcentaje de humedad óptima.		- Disminuir el tiempo que se toma el operador para registrar el lote de granos que se va a secar. - Reducir el esfuerzo del operador (al estar en constante muestras cada media hora) mostrándole una interfaz intuitiva de monitoreo del grano de café.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
- Validar la funcionalidad de la aplicación web	- A través de las pruebas validar el inicio de sesión, registro de lote que si logra capturar y visualizar el porcentaje de humedad del grano		<ul style="list-style-type: none"> - Reducir las pérdidas mensuales que equivalen en un monto de 4250 al mes. - Reducir el porcentaje de defectos que impiden que el grano de café sea vendido a su precio normal. - Número de pruebas funcionales por el usuario final

3.10. Consideraciones éticas

Esos datos obtenidos de la empresa procesadora de café serán utilizados solo para fines académicos mas no serán para otros fines debido a la ventaja competitiva que hay hoy en día, ello limita a que estos datos sean vistos por el público ya que pueden tomarse por los competidores y generar algún problema y pérdida de la competencia de la empresa en el mercado. Se restringe mostrar las respuestas que han dado cada uno de los operadores y el gerente en la entrevista.

A continuación, se listan los aspectos que se han considerado para la protección y bienestar de los participantes de esta investigación:

- ✓ Aplicación de técnicas de recolección de datos: se realizaron entrevistas a los operadores y el gerente de la planta procesadora, esta información obtenida debe manejarse cuidadosamente.
- ✓ Seguridad de la información brindada en el proceso de secado
- ✓ Resguardo de los datos y secreto de la información para evitar divulgar los procedimientos obtenidos del procesado del grano de café pergamino.

IV. RESULTADOS

4.1. En base a la metodología utilizada

4.1.1. Fase 1: Planeación

A. Establecimiento de las historias de usuarios

Esta historia lleva como nombre Inicio de sesión y cuenta con 2 tareas, en las cuales se detalla el diseño del formulario y su funcionamiento.

Tabla XI H.U.1. Inicio de sesión
Fuente: Metodología XP

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 1	Usuario: Operador
Nombre de historia de usuario: inicio de sesión	
Prioridad en negocio: alta	Riesgo en desarrollo: media
Puntos estimados: 7 (1-10)	Iteración asignada: 1
Descripción: El formulario de inicio de sesión nos permitirá autenticar al operador. Si aún no ha creado su cuenta, tenemos la opción de crearla allí con los datos correspondientes.	
Observación: -	

Tabla XII Tarea 1: Interfaz de inicio de sesión
Fuente: Metodología XP

TAREA #1	
Número de historia: 1	Nombre de tarea: Diseño de interfaz de inicio de sesión
Programador responsable: Nandito Santamaria	
Tipo de tarea: Desarrollado	Puntos estimados: 5
Descripción: Diseñar una interfaz donde se pueda actualizar nuestro perfil con los datos correspondientes a considerar	

Tabla XIII Tarea 2: Mantenimiento de inicio de sesión
Fuente: Metodología XP

TAREA #2	
Número de historia: 1	Nombre de tarea: Mantenimiento de inicio de sesión
Programador responsable: Nandito Santamaria	
Tipo de tarea: Desarrollado	Puntos estimados: 7
Descripción: Actualizar nuestro perfil con los datos que consideremos cambiar.	

Esta historia se denomina MONITOREO DE PARAMETROS y cuenta con una sola tarea debido a que a través de la página web solo se mostrarán los datos captados por el sensor DHT22 los cuales se verán graficados al ser tomados de la base de datos.

Tabla XIV H.U.2 Monitoreo de parámetros
Fuente: Metodología XP

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 2	Usuario: operador
Nombre de historia de usuario: monitoreo de parámetros	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Media
Puntos estimados: 7 (1-10)	Iteración asignada: 1
Descripción: El formulario de monitoreo de parámetros nos permitirá observar el comportamiento de la humedad y temperatura del grano de café.	
Observación: Para tener acceso a la monitoreo de los parámetros, el operador debe iniciar sesión.	

Tabla XV Tarea 1: Interfaz de monitoreo de parámetros
Fuente: Metodología XP

TAREA #1	
Número de historia: 1	Nombre de tarea: Diseño de interfaz monitoreo de parámetros
Programador responsable: Nandito Santamaria	
Tipo de tarea: terminado	Puntos estimados: 5
Descripción: Diseñar una interfaz (gráfica) donde se podrá observar el comportamiento de la humedad y temperatura del grano de café con fecha y hora.	

Esta historia de usuario tiene como nombre “LOTE” y cuenta con 2 tareas, en las cuales se detalla el diseño del formulario y su funcionamiento.

Tabla XVI H.U.3. Registro de lote
Fuente: Metodología XP

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 3	Usuario: Operador
Nombre de historia de usuario: Registro de lote	
Prioridad en negocio: alta	Riesgo en desarrollo: media
Puntos estimados: 7 (1-10)	Iteración asignada: 1
Descripción: El formulario de lote nos permitirá visualizar los datos ingresados por el operador.	
Observación: -	

Tabla XVII Tarea 1: Interfaz de Registro de lote
Fuente: Metodología XP

TAREA #1	
Número de historia: 1	Nombre de tarea: Diseño de interfaz de registro de lote
Programador responsable: Nandito Santamaria	
Tipo de tarea: Desarrollado	Puntos estimados: 5
Descripción: Diseñar una interfaz para ingresar los datos correspondientes del lote que se va a secar.	

Tabla XVIII Tarea 2: Mantenimiento de registro de lote
Fuente: Metodología XP

TAREA #2	
Número de historia: 1	Nombre de tarea: Mantenimiento de registro de lote
Programador responsable: Nandito Santamaria	
Tipo de tarea: Desarrollado	Puntos estimados: 7
Descripción: Eliminar, editar y modificar los datos ingresados en caso haya algún error al ingresar los mismos. Teniendo en cuenta que la fecha se registra automáticamente, la cual no se va a poder ingresar mucho menos editar.	

B. Identificación de requerimientos funcionales y no funcionales (Ver Anexo 05).

Requerimientos funcionales

- El operador deberá iniciar sesión ingresando su correo y contraseña
- El operador deberá registrar un lote de grano de café el cual va ser secado
- El operador deberá visualizar a través de gráficos intuitivos el comportamiento del grano
- El operador deberá visualizar a través una semaforización el comportamiento del grano

Requerimientos no funcionales

- El tiempo con el que los datos deben ser procesados debe ser de un segundo
- El tiempo de respuesta ante la consulta de los datos debe ser de un segundo
- Los datos del grano de café deben ser almacenados en una base de datos
- Los datos del grano de café deben visualizarse en la aplicación web cada segundo
- El sensor debe capturar el porcentaje de humedad del grano de café
- El sensor debe tener un rango de medición de humedad de 0% a 100%
- La comunicación entre los elementos debe evitar la pérdida de los datos
- La alerta debe ser identificada por el operador a través de una luz
- La luz tiene que identificar al área de secado y debe ser de color azul
- La alerta debe ser identificada por el operador a través de un sonido

C. Plan de iteraciones

Tabla XIX Iteraciones
Fuente: Metodología XP

Iteración	# Historia de usuarios	SEMANAS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1										
	2										
	3										

4.1.2. Fase 2: Diseño

A. Metáfora del sistema

La plataforma tecnológica que se va a desarrollar permitirá lo siguiente: iniciar sesión a los operadores, registrar los lotes de sacos de granos de café, visualizar a través un listado y grafica el porcentaje de humedad del grano durante el proceso de secado, listado de la humedad optima cuando ha sido arrojada la alarma y por última se mostrará a detalle la alerta emitida describiendo el lugar de procedencia del grano de café, la humedad con el que ingreso el grano y el momento en el que se obtuvo el porcentaje de humedad óptima del pergamino.

B. Modelo relacional

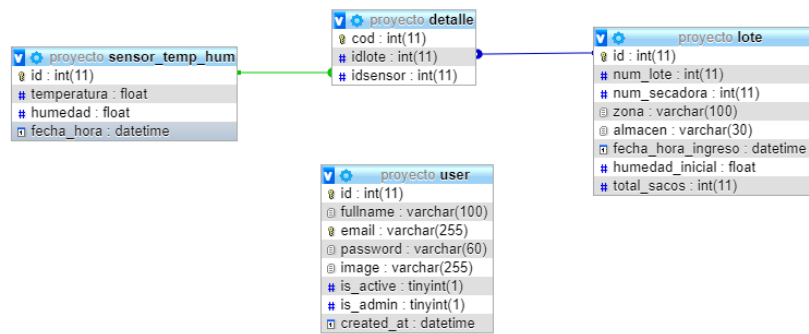


FIG. 28 Base de datos relacional

Fuente: Elaboración propia

C. Conexión entre los elementos que conforman la plataforma tecnológica

Para capturar los datos del sensor dht22

- El cable macho macho color rojo se conecta en el lado izquierdo (+) del sensor dht22 y en el 5v del arduino mega.
- El cable macho macho color amarillo se conecta en pin medio del sensor dht22 y en el pin número 8 del arduino mega.
- El cable macho macho color blanco se conecta en el lado derecho (-) del sensor dht22 y en el Gnd del arduino mega (al lado de 5v)

Para el sonido del zumbador

- El cable macho macho color verde se conecta al lado derecho (-) del zumbador y en el lado derecho (-) del sensor dht22
- El cable macho macho color azul se conecta en el lado izquierdo del zumbador (punzón más grande) y en el pin número 7 del arduino mega.

Para el led rojo

- El cable macho macho color marrón se conecta en el lado derecho del led (punzón más grande) y en el pin número 6 del arduino mega.

- Se coloca una resistencia vertical en la pata pequeña. luego en el siguiente punto se coloca el cable color blanco el cual va al lado izquierdo del zumbador después del punto del cable verde.

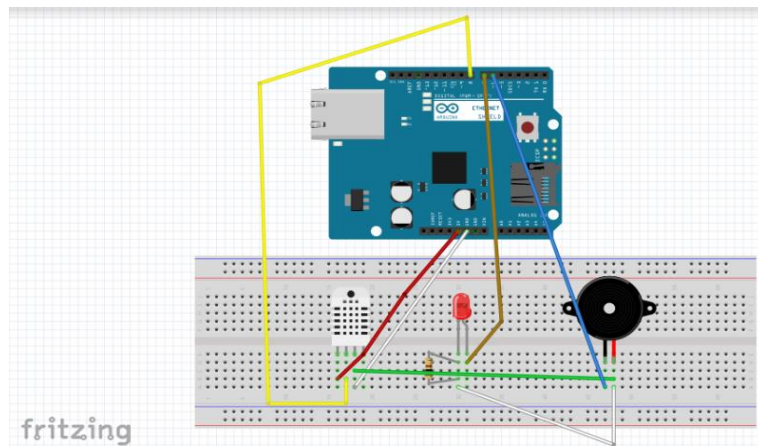


FIG. 29 Conexión entre los componentes de la plataforma
Fuente: Elaboracion Propia (en fritzing)

D. Tarjeta CRC

Tabla XX CRC - Inicio de sesión
Fuente: Metodología XP

Tarjeta CRC – Inicio de sesión	
Responsabilidades	Colaboradores
- Registrar y modificar operador - Validar campos obligatorios	ClsUser

Tabla XXI CRC - Monitoreo de parámetros
Fuente: Metodología XP

Tarjeta CRC – Monitoreo de Parámetros	
Responsabilidades	Colaboradores
- Registrar - Listar - Validar Campos obligatorios	ClsSensor_temp_hum

Tabla XXII CRC - Registro de lote
Fuente: Metodología XP

Tarjeta CRC – Registro de lote	
Responsabilidades	Colaboradores
Registrar, modificar y eliminar Listar Validar Campos obligatorios	ClsLote

4.1.3. Fase 3: Codificación

A. Código programado en el ID ARDUINO

```

SEMINARIO Arduino 1.8.10 Hourly Build 2019/05/21 09:33
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

SEMINARIO
//SEMINARIO DE TESIS
//SANTAMARIA NANDITO

//IMPORTACION DE LIBERIAS
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h> //LIBRERIA DEL ETHERNET SHIELD
#include <dht.h> //LIBRERIA DEL SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DHT
#define dataPin 8 //DEFINICION DEL PIN DONDE VA ESTAR CONECTADO EL SENSOR
dht DHT; // Creats a DHT object

int pin_buzzer = 7; //DEFINICION DEL PIN DONDE VA ESTAR CONECTADO EL BUZZER
int pin_led = 6; //DEFINICION DEL PIN DONDE VA ESTAR CONECTADO EL LED

//
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED }; //MAC DE LA TARJETA ETHERNET SHIELD
IPAddress ip(192, 168, 5, 62); //DIRECCION IP DE LA ETHERNET SHIELD
//EthernetServer server(80);
byte server[]={192,168,5,61}; //DIRECCION IP DEL SERVIDOR
EthernetClient client;
//
void setup() {
  Serial.begin(9600); //INICIALIZA EL PUERTO SERIAL
  pinMode(pin_buzzer,OUTPUT);
  digitalWrite(pin_buzzer,LOW);

  pinMode(pin_led,OUTPUT);
  digitalWrite(pin_led,LOW);

  Serial.println("Connecting...");
  if (client.connect(server, 80) { // Conexion con el servidor
    //client.print("GET /arduino/controller/index.php?temp="); // Enviamos los datos por GET
    client.print("GET /ADMIN/arduino/controller/index.php?temp="); // Enviamos los datos por GET
    client.print(temp);
    client.print("shum=");
    client.print(hum);
    client.println(" HTTP/1.0");
    client.println("User-Agent: Arduino 1.0");
    client.println();
    Serial.println("Conexion exitosa");
  } else {
    Serial.println("--Conexion");
  }
  if (!client.connected() {
  }
  else{
    Serial.println("--conectado!");
  }
  client.stop();
  client.flush();
  delay(1000); // Espero un minuto antes de tomar otra muestra
}

Guardado.
El Sketch usa 14412 bytes (5%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 253952 bytes.
Las variables Globales usan 729 bytes (8%) de la memoria dinámica, dejando 7463 bytes para las variables

```

FIG. 30. Programación en el ID ARDUINO
Fuente: Elaboración propia

B. Código en lenguaje de programación PHP

```

1  <?php
2  class Conexion
3  {
4      private $servidor;
5      private $usuario;
6      private $contrasena;
7      private $basedatos;
8      public $conexion;
9
10     public function __construct(){
11         $this->servidor = "localhost";
12         $this->usuario = "root";
13         $this->contrasena = "";
14         $this->basedatos = "proyecto";
15     }
16
17     function conectar(){
18         $this->conexion = new PDO("mysql:host=$this->servidor;dbname=$this->basedatos","$this->usuario","$this->contrasena");
19     }
20
21     function cerrar(){
22         $this->conexion->close();
23     }
24 }
25
26
27
  
```

FIG. 31. Conexión a la base de datos

Fuente: Elaboración propia

```

1  <head>
2  <link rel="stylesheet" href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.7/css/bootstrap.min.css">
3  </head>
4  <?php
5  require_once("conexion.php");
6  $nul=$_POST['txtlote'];
7  $nus=$_POST['txtsecadora'];
8  $zon=$_POST['txtzona'];
9  $salm=$_POST['txtalmacen'];
10 $fec=$_POST['txtfecha'];
11 $hum=$_POST['txthumedad'];
12 $sac=$_POST['txtsaco'];
13
14 $sql="INSERT INTO lote (num_lote,num_secadora,zona,almacen,fecha_hora_ingreso,humedad_inicial,total_sacos)
15 VALUES ('$nus','$nul','$zon','$salm',now(),'$hum','$sac')";
16 $cnx->query($sql);
17 header("location: listado.php");
18
19
  
```

FIG. 32. Registrar lote

Fuente: Elaboración propia

```

1  <?php
2  class Herramienta{
3      private $conexion;
4
5      function __construct(){
6          require_once("conexion.php");
7          $this->conexion = new Conexion();
8          $this->conexion->conectar();
9      }
10
11     public function ingresar_datos($temp, $hum){
12         $sql = " insert into sensor_temp_hum values (null, ?, ?, now()) ";
13         $stmt = $this->conexion->conexion->prepare($sql);
14
15         $stmt->bindValue(1, $temp);
16         $stmt->bindValue(2, $hum);
17
18         if($stmt->execute()){
19             echo "Ingreso Exitoso";
20         }else{
21             echo "no se pudo registrar datos";
22         }
23     }
24 }
25
  
```

FIG. 33. Captura de datos del sensor DHT22

Fuente: Elaboración propia

```

16 </style>
17 <script type="text/javascript">
18 $(function () {
19     $('#container').highcharts({
20         title: {
21             text: 'ARDUINO + ETHERNET SHIELD + SENSOR DHT22',
22             x: -20 //center
23         },
24         subtitle: {
25             text: '',
26             x: -20
27         },
28         xAxis: {
29             title: {
30                 text: 'Fecha y hora'
31             },
32             categories: [
33                 <?php
34                 $sql = " select fecha_hora from sensor_temp_hum order by id desc limit 10 ";
35                 $result = mysqli_query($connection, $sql);
36                 while($registros = mysqli_fetch_array($result)){
37                     ?>
38                     '<?php echo $registros["fecha_hora"]?>',
39                 <?php
40             ]
41         },
42         yAxis: {
43             title: {
44                 text: 'Temperatura y Humedad'
45             },
46             plotLines: [{
47                 value: 0,

```

FIG. 34. Gráfico de la humedad del grano de café
Fuente: Elaboración propia

```

1 <?php
2 require_once("conexion.php");
3 $cantidad=25;
4 $pagina = $_POST['pagina'];
5 $inicio=($pagina-1)*25;
6 $sql="SELECT id,humedad,fecha_hora FROM sensor_temp_hum where humedad = 49 LIMIT $inicio,$cantidad";
7 $result = $cnx->query($sql);
8
9 while($reg=$result->fetchObject()){
10     echo "<tr>
11         <td>$reg->id</td>
12         <td>$reg->humedad</td>
13         <td>$reg->fecha_hora</td>

```

FIG. 35. Listado del grano con porcentaje de humedad óptima
Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Fase 4: Pruebas

A. Pruebas de aceptación

Tabla XXIII Prueba de aceptación de inicio de sesión
Fuente: Metodología XP

PRUEBAS DE ACEPTACION	
Código: 1	Número de Historia de usuario: 1
Nombre Historia de Usuario: inicio de sesión	
Condiciones de ejecución: Cada operador debe contar con un correo y su contraseña para poder acceder a las funciones del sistema.	
Entrada/Pasos de ejecución: Entrar al formulario de inicio de sesión e ingresar los datos correspondientes tales como correo y contraseña. Luego pulsar el botón ingresar y listo.	
Resultado esperado: Acceso al sistema	
Evaluación de la prueba: aceptado	

Tabla XXIV Prueba de aceptación de monitoreo de parámetros

Fuente: Metodología XP

PRUEBAS DE ACEPTACION	
Código: 2	Número de Historia de usuario: 2
Nombre historia de usuario: monitoreo de parámetros	
Condiciones de ejecución: el operador debe haber iniciado sesión.	
Entrada/pasos de ejecución: Dar click en Sensor dht22 y visualizar el comportamiento de la humedad y temperatura.	
Resultado esperado: lograr observar cómo ha ido cambiando el porcentaje de humedad cada cierto tiempo.	
Evaluación de la prueba: aceptado	

Tabla XXV Prueba de aceptación de registro de lote

Fuente: Metodología XP

PRUEBAS DE ACEPTACION	
Código: 3	Número de Historia de usuario: 3
Nombre Historia de Usuario: Registro de lote	
Condiciones de ejecución: El operador debe iniciar sesión y a partir de ello tendrá acceso a la funcionalidad.	
Entrada/Pasos de ejecución: Entrar al formulario de inicio de sesión e ingresar los datos correspondientes tales como correo y contraseña, pulsar el botón ingresar, presionar en la barra lote e ingresar los datos correspondientes.	
Resultado esperado: Registrar los datos del lote que se va a secar	
Evaluación de la prueba: aceptado	

4.2. En base a los objetivos de la investigación

4.2.1. Elegir la plataforma de desarrollo adecuada

Para llevar a cabo esta elección se basó en las especificaciones técnicas que ofrece cada componente. A continuación, se muestra una lista de los componentes elegidos:

- **Arduino Mega 2560:** Se eligió porque posee un microcontrolador con mayor potencia el cual da respuestas en un segundo.
- **Ethernet Shield W5100:** Se eligió porque cumple el menor tiempo de envío de datos a través de internet.
- **Sensor DHT22:** se eligió porque cumple con el rango de medición (0-100%)
- **Cables de conexión:** Se eligieron porque cumple con precisión exacta la comunicación de los componentes
- **Led:** se eligió porque a través de la iluminación que posee permite alertar al personal
- **Zumbador:** se eligió porque a través de la capacidad del sonido pone en alerta al personal
- **Protoboard:** se eligió porque cuenta con la capacidad de distribución para la conexión de los componentes
- **Resistencia:** se eligió porque posee permite regular el paso de la corriente eléctrica.

Para estar convencidos de que se ha elegido a la plataforma ideal se debe dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿los componentes mencionados anteriormente hacen posible la funcionalidad?

Sí, conjuntamente cada una cumple con su función y realizan sus tareas de manera correcta. Una vez resuelto la pregunta, se puede concluir que esta plataforma es la adecuada para llevar a cabo el proyecto.

Finalmente, para evidenciar qué es lo que se espera de esta plataforma elegida, se evaluó el cumplimiento de cada uno de los requisitos no funcionales definidos por el operador en la fase de planificación y del mismo modo aceptados por su persona.

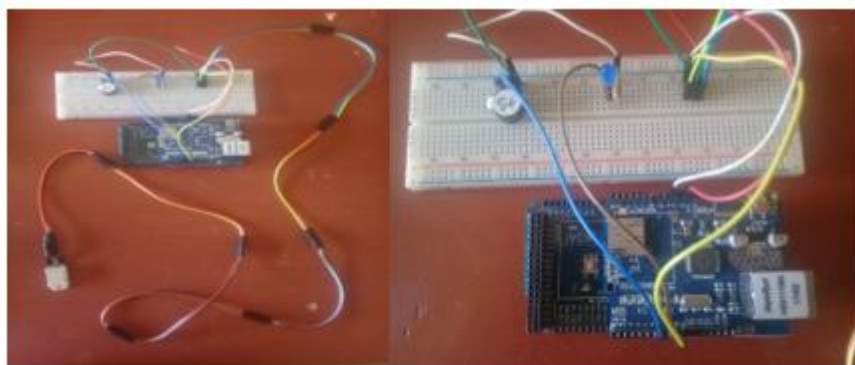
Tabla XXVI Requerimientos no funcionales

Fuente: Elaboración propia

Requerimientos no funcionales	¿Cumple?	¿Dónde lo encontramos ?
El tiempo con el que los datos deben ser procesados debe ser de un segundo	Sí	Arduino Mega 2560
El tiempo de respuesta ante la consulta de los datos debe ser de un segundo		
Los datos del grano de café deben ser guardados en la base de datos cada segundo	Sí	Ethernet shield
Los datos del grano de café deben visualizarse en la aplicación web cada segundo		
El sensor debe capturar el porcentaje de humedad del grano de café	Sí	Sensor DHT22
El sensor debe tener un rango de medición de humedad de 0% a 50%		
La comunicación entre los elementos debe evitar la pérdida de los datos	Sí	Cables de conexión
La alerta debe ser identificada por el operador a través de una luz	Sí	Leds
La luz tiene que identificar al área de secado y debe ser de color azul		
La alerta debe ser identificada por el operador a través de un sonido	Sí	Zumbador

4.2.2. Implementar la solución haciendo uso de la plataforma de desarrollo elegida

Para realizar la solución se hizo uso de los elementos mencionados en el objetivo anterior. A continuación, observamos la conexión de todos los elementos, que desempeñando su respectiva función nos permitirá alcanzar los resultados esperados: capturar el porcentaje de humedad del grano de café y alertar al operador en el momento exacto, concluyendo así que los equipos son **100% compatibles** ya que al ponerlo en funcionamiento realizan su tarea cada uno de manera correcta. La figura 10 está compuesta por el protoboard, cables de conexión (macho – macho, hembra – hembra, macho – hembra), sensor DHT22, arduino Mega, Ethernet Shield, zumbador, led y una resistencia.



*FIG. 36. Conexión de elementos de la plataforma tecnológica
Fuente: Elaboración propia*

4.2.3. Demostrar los beneficios obtenidos al implementar la solución

Antes de la implementación

En el proceso de secado de café, para medir el porcentaje de humedad del grano de café, el operador realizaba el siguiente procedimiento:

- ✓ Cada media o una hora retiraba una porción de granos de la secadora en un recipiente
- ✓ Se dirigía a hacer la medición correspondiente en una medidora de granos.
- ✓ Si la medidora de granos mostraba el porcentaje de humedad que el operador deseaba, se dirigía a extraer el grano de la secadora
- ✓ Si el valor que se obtenía de la medidora de granos no era lo que el operador deseaba, repetía esta medición hasta que el grano lograra obtener su porcentaje de humedad óptima.

A continuación, podemos observar en la Fig. 23 el procedimiento que se llevaba a cabo.



FIG. 37. Medición de la humedad de granos de café
Fuente: Elaboración propia

Después de la implementación

En el proceso de secado de café, una vez que se ha implementado la plataforma tecnológica junto con la aplicación web se tuvo como resultado lo siguiente:

- ✓ Se visualizó y escuchó una alarma (sonido y luz mediante un led color azul) cuando el porcentaje de humedad del grano ha sido óptima.
- ✓ Se alertó al operador en el momento oportuno para que realice la extracción del grano y de esa manera evitar que este en constante medición del grano cada media o una hora



FIG. 38. Emisión de alerta al operador
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se hace mención a los beneficios obtenidos:

- Disminuir el tiempo que se toma el operador para registrar el lote de granos que se va a secar (Ver Anexo 6).
 - Reducir el esfuerzo del operador (al estar en constante muestras cada media hora) mostrándole una interfaz intuitiva de monitoreo del grano de café.
 - Para encontrar este resultado se hizo una encuesta los operadores para saber el grado de aceptación percibida.
- ESCALA DE VALORES TAM

Tabla XXVII Escala de valores TAM

Rango de valores	Valor cualitativo
[0 - 6]	Extremadamente no aceptable
[6 - 12]	Bastante no aceptable
[12 - 18]	Ligeramente no aceptable
[18 - 24]	Ninguno
[24 - 30]	Ligeramente aceptable
[30 - 36]	Bastante aceptable
[36 - 42]	Extremadamente aceptable

Tabla XXVIII Resultado de la encuesta al operador

Preguntas sobre la utilidad percibida	Total
¿La plataforma tecnológica ayuda a hacer mis actividades en menor tiempo?	38
¿La plataforma tecnológica mejora el desempeño de mi trabajo?	40
¿La plataforma tecnológica incrementa su productividad?	39
¿La plataforma tecnológica aumenta la efectividad en su trabajo?	40
¿La plataforma tecnológica facilita la realización de su trabajo?	40
Promedio	39.4

Los operadores hacían su máximo esfuerzo para poder estar en constante medición del grano de café, según la Escala de valores TAM se encontraba en un rango de bastante no aceptable [6 - 12] por el trajín que realizaban.

Una vez aplicado la encuesta se obtuvo un promedio de 39.4 que se encuentra en el rango [36 - 42] por consiguiente es extremadamente aceptable, dando entender que el esfuerzo será menor. Ver anexo 7.

- Reducir las pérdidas mensuales que equivalen en un monto de 4250 al mes.

Tabla XXIX Bosquejo del reporte de la empresa

REPORTES - PERALES HUANCARUNA SAC		
2019	QQ EXPORTADOS	QQ VENDIDOS A MITAD DE PRECIO
MARZO	20000	50
ABRIL	18000	39
MAYO	22000	42
REPORTES - PERALES HUANCARUNA SAC		
2019	QQ EXPORTADOS	QQ VENDIDOS A MITAD PRECIO
AGOSTO	20000	14
SETIEMBRE	19000	15
OCTUBRE	21	15

- Reducir el número de defectos que impiden que el café sea vendido a su precio normal.
Para ello se tomó como referencia la tabla XXVII.

Tabla XXX Encuesta al operador del área de secado

Preguntas sobre la utilidad percibida	Total
¿La plataforma tecnológica ayuda a reducir el porcentaje de defectos del grano de café?	39
¿La plataforma tecnológica apoya en el proceso de secado de café?	40
¿La plataforma tecnológica incrementa su productividad del proceso de secado?	38
¿La plataforma tecnológica apoya en obtener mayor calidad del grano de café?	41
Promedio	39.5

Según los operadores el grano presentaba un porcentaje de defectos del 30 %. El resultado de la encuesta fue de un promedio de 39.5 lo cual equivale que la implementación de la plataforma tecnológica es muy aceptable. Ver anexo 8.

4.2.4. Validar la funcionalidad de la aplicación web

Antes de la implementación

Cada vez que ingresaba un lote (conjunto de sacos de granos de café) a secar, lo operadores registraban los datos de este en un formato que era llenado por ellos manualmente, los cuales son almacenados en un portafolio del área de secado. Además, tenían que estar en constante verificación sacando muestras para que el grano no le falte o se exceda en humedad. También se podían observar las siguientes desventajas:

- Inexactitud de los datos al momento de registrarse
- Perdida de los formatos llenados manualmente
- Formatos amontonados en el lugar de almacenamiento
- Demoras a la hora de buscar un formato que tiene que ha sido observado por el área de pilado u otras áreas.

DATOS DE ENTRADA										CONTROLES DE PROCESO										DATOS DE SALIDA					
Nº REG	Nº LOTE	ZONA	NOTA RECF	R%	ALMACEN	FECHA INGRESO	HORA DE INGRESO	H%	H%	TOTAL SACOS	INICIO			INTERMEDIO			FINAL			FECHA SALIDA	HORA SALIDA	H%	CANTIDAD SACOS	LIBR	HORAS SECADO
								KARDEX	INICIAL		HORA	T°C	H%	HORA	T°C	H%	HORA	T°C	H%						
02	12	12	03A04	✓	03A04	25-04-14	09:30	12.00	12.00	150	09:30	6.0	12.00	10.00	6.0	12.00	10.00	6.0	12.00	25-04-14	10:00	12.00	150	A	
04	12	✓	✓	✓	✓	✓	10:30	12.00	12.00	150	10:30	6.0	12.00	10.00	6.0	12.00	10.00	6.0	12.00	25-04-14	12:00	12.00	150	C	
01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	11:30	13.00	12.00	150	11:30	6.0	12.00	10.00	6.0	12.00	10.00	6.0	12.00	25-05-14	12:30	12.00	150	C	
02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14:00	12.00	12.00	150	14:00	6.0	12.00	10.00	6.0	12.00	10.00	6.0	12.00	25-05-14	14:30	12.00	150	C	
02	13	✓	03A04	✓	✓	✓	15:00	13.20	13.20	150	15:00	6.0	13.20	11.30	6.0	13.20	11.30	6.0	13.20						
04	13	✓	✓	✓	✓	✓	16:15	13.20	13.20	150	16:15	6.0	13.20	11.30	6.0	13.20	11.30	6.0	13.20						
04	13	✓	✓	✓	✓	✓	16:30	13.20	13.20	150	16:30	6.0	13.20	11.30	6.0	13.20	11.30	6.0	13.20						
03	13	✓	✓	✓	✓	✓	19:45	13.20	13.20	150	19:45	6.0	13.20	11.30	6.0	13.20	11.30	6.0	13.20						

FIG. 39.Registro de lote manualmente
Fuente: Elaboración propia

Después de la implementación

- A. Para acceder a la aplicación web, en primer lugar, se debe iniciar sesión, una vez ingresado el correo y contraseñas correctamente se tendrá acceso a las siguientes funcionalidades (Ver Anexo 06).
- B. **Registro de lote:** ingresar todos los atributos que permiten registro exitoso de un lote de granos de café pergamino

Id	Lote	Secadora	Zona	Almacen	fecha y hora	humedad inicial	Sacos	Editar	Eliminar
1	1	1	Satipoo	A3B1	2019-07-06 14:37:00	70.4	151	Editar	Eliminar
2	2	2	Pichanaqui	03A08B	2019-07-06 14:51:44	70.5	120	Editar	Eliminar

FIG. 40. Listado del registro de lote

Fuente: Elaboración propia

Para el registro de un lote se obtuvieron 5 muestras de los operadores. Para ello se hizo uso de un cronometro del celular.

Tabla XXXI Muestras del registro de lotes de granos de café
Fuente: Elaboración propia

Muestras	Tiempo (en segundos)
Operador 1	58
Operador 2	57
Operador 3	59
Operador 4	58
Operador 5	57
Promedio	57.8

Tabla XXXII Prueba de aceptación del registro de lote de grano de café
Fuente: Elaboración propia

Prueba 1	
Nombre	Registrar lote
Descripción	El operador debe registrar el lote que va a entrar al área de secado
Personas involucradas	José Alan Exaltación Walter Suclupe Sandoval
Pasos	El operador inicia sesión, se dirige a la parte izquierda del formulario, presiona el ítem “lote” y se abre el formulario. Ve un listado de todos los lotes y en la parte superior tiene la posibilidad de registrar otro lote haciendo click en “nuevo”, ingresa todos los datos que se le pide y listo.
Tiempo	58 segundos
Resultado	Registro de los datos del lote grabado correctamente

C. Sensor DHT22: se muestra el registro del porcentaje de humedad del café pergamino cada segundo.

[<== Regresar](#)

Datos del sensor DHT22			
Id	Temperatura	Humedad	Fecha y hora
1	20.4	50.5	2019-06-27 10:38:00
2	24.8	53.3	2019-06-27 10:52:12
3	24.8	53.5	2019-06-27 10:52:13
4	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:15
5	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:16
6	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:17
7	24.8	53.3	2019-06-27 10:52:18
8	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:19
9	24.8	53.3	2019-06-27 10:52:20

*FIG. 41. Listado de la humedad del grano de café
Fuente: Elaboración propia*

Tabla XXXIII Prueba de aceptación – humedad del grano de café
Fuente: Elaboración Propia

Prueba 2	
Nombre	Listado de la humedad del grano de café
Descripción	El operador podrá monitorear cada segundo el comportamiento del grano a través de un listado.
Personas involucradas	José Alan Exaltación Walter Suclupe Sandoval
Pasos	El operador inicia sesión, se dirige a la parte izquierda del formulario, presiona el ítem “Sensor DHT22” y se abre el formulario. Ve un listado de todos los datos con fecha y hora que se van capturando por el sensor.
Tiempo	Observa el comportamiento del grano cada segundo.
Resultado	Visualiza un listado del porcentaje de humedad del grano de café.

D. Gráfica: se muestra el comportamiento del porcentaje de humedad del grano con fecha y hora.

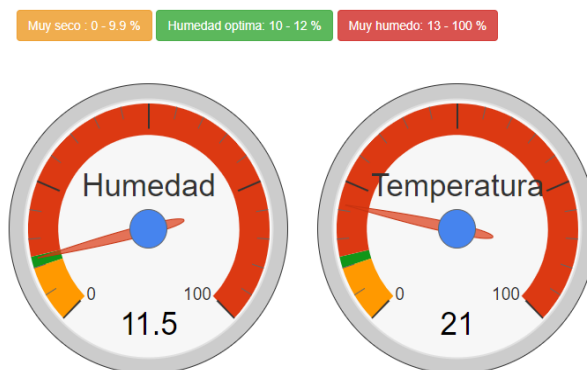


FIG. 42. Semafización de la humedad del grano de café
Fuente: Elaboración propia

Tabla XXXIV Prueba de aceptación - Monitoreo del grano de café
Fuente: Elaboración Propia

Prueba 3	
Nombre	Monitoreo del grano de café
Descripción	El operador podrá monitorear cada segundo el comportamiento del grano a través de un gráfico de semafización.
Personas involucradas	José Alan Exaltación Walter Suclupe Sandoval
Pasos	El operador inicia sesión, se dirige a la parte izquierda del formulario, presiona el ítem "Grafica" y se abre el formulario. Observará una semafización del último dato de la humedad del grano.
Tiempo	Observa el comportamiento del grano gráficamente cada segundo.
Resultado	Visualiza una semafización del porcentaje de humedad del grano

E. Alerta: se visualiza el dato del porcentaje de humedad optima del grano de café, es decir el momento cuando la alerta ha sido arrojada. Por ejemplo, en este caso se programó para que la alarma sonara cuando el porcentaje de humedad del grano sea 58.5 %. Observación: vemos la aparición de varios datos debido a que va capturando cada segundo.

HUMEDAD OPTIMA		
ID	HUMEDAD	FECHA Y HORA
1749	58.5	2019-07-10 01:06:02
3036	58.5	2019-07-20 13:02:51

FIG. 43. Listado del porcentaje de humedad óptima
Fuente: Elaboración propia

Tabla XXXV Prueba de aceptación – Alerta
Fuente: Elaboración Propia

Prueba 4	
Nombre	Alerta
Descripción	El operador observará un listado del momento cuando el porcentaje de humedad ha sido optima, es decir cuando el operador ha oído el sonido y se ha percatado de la luz del led.
Personas involucradas	José Alan Exaltación Walter Suclupe Sandoval
Pasos	El operador inicia sesión, se dirige a la parte izquierda del formulario, presiona el ítem “Alerta” y se abre el formulario. Observará un listado de la humedad optima del grano
Tiempo	Observa el comportamiento en el momento adecuado (un segundo).
Resultado	Visualiza un listado del porcentaje de humedad optima

4.3. Impactos esperados

4.3.1. Impactos económicos

La plataforma tecnológica junto con la aplicación web servirá de gran ayuda para la empresa ya que ambas apuntan a identificar el momento exacto en que el pergamino ha obtenido su porcentaje de humedad optima y así obtener más rentabilidades al exportar un grano de buena calidad en un estado aceptable.

4.3.2. Impactos sociales

Ofrecer un producto de calidad (en este caso granos de café) a los consumidores es algo vital en cualquier empresa, ya que al quedar contentos estos depositan su confianza creando así buenas relaciones que le permitan seguir disfrutando de un café con sabor y aroma impecables.

4.3.3. Impactos en tecnología

Al hacer uso de la potencialidad que ofrecen las tarjetas de desarrollo arduino al manejarlo con una aplicación web crea nuevas alternativas y ventajas para poder aplicarlo en diferentes contextos de la realidad u otros campos por descubrir.

4.3.4. Impactos ambientales

La cascarilla o pergamino que se obtiene en el área de pilado se le da otros tipos de uso, eso hace que no sea desperdiciado o arrojado en lugares no indicados. Además, al hacer uso de la aplicación se evitará hacer uso de los formatos a papel lo cual generan contaminación al ser quemados cuando ya no sirven.

4.3.5. Impactos en la formación de cadenas productivas

Al aumentar el nivel de aceptabilidad de los consumidores al exportar local e internacionalmente un grano de café con las características que lo identifican, se hará que esta materia prima extienda su participación en el mercado y sea aquella por la cual el país obtenga grandes beneficios y nuevas oportunidades de trabajo.

V. DISCUSIÓN

En base a la hipótesis denominada “con el desarrollo de una plataforma tecnológica se apoyará en el proceso de secado en una planta procesadora de café” se busca contrarrestar los datos basándose en los objetivos específicos:

5.1. Elegir la plataforma de desarrollo adecuada

De acuerdo con la investigación [41], Davis manifiesta que Arduino es una herramienta adecuada por dos motivos principales: por un lado, es una herramienta real que permite trabajar con componentes que desarrollan tareas y procesos específicos y por otro lado propicia la aparición de múltiples plataformas de comunicación, soporte y trabajo colaborativo, lo que permite un gran desempeño al momento de usarlos o actuar con ellos.

Tomando como referencia esa manifestación y viendo la potencialidad que ofrece Arduino junto con sus componentes, podemos afirmarlo y estar de acuerdo ya que pudo verse reflejado al momento de elegir con que componente trabajar en este proyecto tomando en cuenta los requerimientos no funcionales del operador y las especificaciones técnicas que ofrece cada uno de ellos. A continuación, se observa a detalle cada uno de los componentes elegidos.

Tabla XXXVI Esp. Técnica. Arduino Mega
Fuente: Elaboración propia

Especificaciones técnicas	Nombre
Potencia	Microcontrolador 2560
Número de Pines de E / S digitales	54
Velocidad de reloj	16 MHz

Tabla XXXVII Esp. Técnica Ethernet Shield
Fuente: Elaboración propia

Especificaciones técnicas	Nombre
Potencia	Controlador W5100
Velocidad de conexión	10/100 Mbps

Tabla XXXVIII Esp. Técnica Sensor DHT22
Fuente: Elaboración propia

Especificaciones técnicas	Nombre
Rango de medición de temperatura	-40°C a 80 °C
Precisión de medición de temperatura	<±0.5 °C
Rango de medición de humedad	De 0 a 100% RH
Precisión de medición de humedad	2% RH
Tiempo de obtención de datos	1 segundo

Tabla XXXIX Esp. Técnica cables de conexión
Fuente: Elaboración propia

Especificaciones técnicas	Nombre
	Cables de conexión
Conductividad eléctrica	Excelente
Longitud	20 cm
Facilidad	Montaje rápido

Tabla XL Esp. Técnica – Led
Fuente: Elaboración propia

Especificaciones técnicas	Nombre
	Led
Polaridad	Excelente
Luminosidad	Excelente

Tabla XLI Esp. Técnica – Zumbador
Fuente: Elaboración propia

Especificaciones técnicas	Nombre
	Zumbador
Voltaje	5VDC
Salida sonido	$\geq 85\text{dB}$
Corriente (mA)	$\leq 32\text{mA}$

Tabla XLII Esp. Técnica – Resistencia
Fuente: Elaboración propia

Especificaciones técnicas	Nombre
	Resistencia
Precisión	Tolerancias reducidas
Potencia	Alta
Tolerancia al calor	Alta

5.2. Implementar la solución haciendo uso de la plataforma elegida

Tal y como se manifestó en una investigación [10] la plataforma arduino posee un gran potencial el cual puede ser explotado o adaptado en diferentes escenarios o situaciones problemáticas. Además según la investigación [41], indica que la unión de estos componentes y resaltando la potencialidad de cada uno de ellos hacen posible la creación de proyectos que den respuesta a necesidades reales y tangibles que permiten apoyar o mejorar los procesos críticos de una organización.

Apuntando a ambas cuestiones se puede afirmar ello debido a que el proyecto apunta a satisfacer una necesidad del área donde se debe tener un control muy crítico (proceso de secado), también al momento de conectar todos los componentes para su posible funcionamiento se obtuvo una compatibilidad satisfactoria del 100 % y cada uno de ellos

realizaba su función tal y como se esperaba. Al probar su funcionamiento se logró ver la emisión de una alarma cuando el grano de café pergamino obtenía su estado óptimo y el comportamiento de este durante el secado en las máquinas secadoras.

5.3. Demostrar los beneficios obtenidos al implementar la solución

Según lo manifestado en la investigación [9], hacer uso de arduino proporciona muchas ventajas de apoyo independientemente de la situación donde se va a desarrollar. Se puede definir como una herramienta flexible gracias a su capacidad de adaptación en entornos donde jamás se pensaba usar. Sus ventajas pueden verse reflejados en campos como la agricultura (sistema de riego), empresas industriales, ambiente de trabajo, entre otros. Además para obtener toda su potencialidad se debe explotar al máximo las características que ofrece tal y como se apunta en la investigación [41]. También ofrece una ventaja muy notoria ya que se puede integrar con una aplicación web que permita visualizar los datos que captura todo el entorno Arduino [9].

Tomando en consideración ambos puntos de vista, se reconoce y se da afirmación de ello ya que siguiendo la metodología de trabajo y la integración de la aplicación web con la plataforma arduino permitió a los operadores, que son el recurso fundamental en el área de secado de grano de café pergamino, tener beneficios en su labor que desempeñan. Los resultados beneficiosos que se obtuvieron al explotar todas las características de la plataforma tecnológica con la integración de la aplicación web se verán a continuación a detalle haciendo una comparación del antes y después de la implementación.

Antes de la implementación, la función que desempeñaba el operador era el estar en constante muestras del grano de café para poder percatarse de cómo se estaba comportando en ese momento y así poder concluir o decir el grano ya obtuvo su estado aceptable. Lo que hacía era un trabajo muy arduo ya que es un proceso muy crítico donde el grano está propenso a sufrir grandes cambios debido tal y como manifiesta [16]. Al implementar la solución, se reduce el trabajo que realizaba anteriormente ya que el operador va a poder monitorear el comportamiento del grano de café durante el secado y lo más importante es que será alertado cuando el grano obtenga su porcentaje de humedad óptima y así pueda retirar el grano de la secadora. A continuación, se detalla el antes y después de cada beneficio:

Antes de la implantación, el operador se tomaba un tiempo de 8 minutos para registrar el lote de granos de café pergamino. Una vez implantado el sistema, el operador se toma un tiempo de 58 segundos. (Ver Anexo 6)
Antes de la implantación, el esfuerzo del operador era del 100% ya que estaba en constante trajín cada media o una hora para monitorear el comportamiento del grano de café. Una vez implantado el sistema, el operador tendrá solo un 5 % de esfuerzo. (Ver Anexo 7)

Antes de la implantación, las pérdidas monetarias mensuales eran de 4250 soles. Una vez implantado el sistema, se tiene una pérdida de 2975 soles.

Antes de la implantación, el porcentaje de defectos que tenían los granos de café era del 35%. Una vez implantado el sistema, el porcentaje de defectos es del 10%. (Ver Anexo 8)

5.4. Validar la funcionalidad de la aplicación web

En la investigación [42] se define lo siguiente: para percatarse de que la aplicación satisface al usuario final, este debe hacer uso de ella y de esa manera percatarse de que es lo que él quería manifestando su acuerdo o desacuerdo con lo ofrecido. Las pruebas funcionales hechas por el usuario son las que te garantizan que lo realizado es conforme, dejan satisfechas tanto a la persona que lo desarrolla como la que hará uso de ella.

Tomando como punto de partida y afirmando lo anterior, para poder manifestar que la aplicación ofrecida fue aceptada por el operador del área de secado de granos de café, se hizo uso de una guía metodológica para la validación y verificación de los requerimientos del usuario final (Ver Anexo 6).

- Antes de la implementación, manualmente se hacían los registros del lote de granos de café que se ingresaban a secar, para ello se hacía uso de un formato de papel. Para hacer el llenado a mano se tomaba un tiempo de 8 minutos, pero luego de implementar la aplicación web se pudo registrar los datos del lote en tan solo 58 segundos. El operador solo se daba cuenta de la humedad del grano cada vez que sacaba las muestras en un tiempo de media hora, tomaba esa referencia y seguía sacando cada media o una hora las muestras hasta lograr que el grano obtuviese su humedad óptima, sin embargo, después de la implementación se pudo observar mediante un listado el comportamiento del grano cada segundo. Además, se percataba de la humedad cuando en una máquina medidora de granos echaba el grano de café, solo observaba el dato por unos segundos y luego perdía la referencia del dato de humedad que había observado anteriormente, sin embargo, después de la implementación observará el comportamiento del grano través de un gráfico y de esa manera no perderá la referencia del dato anterior ya que cada segundo se registrarán los datos. Producto de las constantes muestras que hacia el operador no podía saber en qué momento dejar de sacar muestras, después de la implementación se le alertará a través de un sonido y una luz del momento exacto, además mediante una interfaz observará con fecha y hora el dato del porcentaje de humedad óptima del grano de café cuando se obtuvo la alerta.

VI. CONCLUSIONES

1. Elegir la plataforma de desarrollo adecuada

Se eligió a la plataforma de desarrollo adecuada gracias al cumplimiento del **número de especificaciones técnicas** requeridas de cada componente y de los requisitos no funcionales definidos por el operador. Se eligieron a los equipos (tarjeta de desarrollo arduino mega, ethernet shield, cables de conexión, sensor dht22) que cumplieran con las mejores especificaciones técnicas para que puedan responder satisfactoriamente al probar el funcionamiento en conjunto.

2. Implementar la solución haciendo uso de plataforma de desarrollo elegida

Se elaboró la plataforma tecnológica con los equipos que se eligieron y se obtuvo un funcionamiento exitoso ya que cada uno de ellos cumplieron su función a la perfección, es decir se obtuvo un **100 % de compatibilidad** al conectar cada uno de ellos, además eso se vio reflejado a la hora que se probó en la secadora del grano de café.

3. Demostrar los beneficios obtenidos al implementar la solución

Se logró observar el comportamiento del grano de café durante el secado a través de la aplicación web y se pudo alertar al operador cuando el grano de café obtuvo su porcentaje de humedad óptima.

- Se logró reducir el tiempo de registro de un lote de granos de café pergamino, obteniendo una diferencia de 7 minutos 2 segundos.
- Se redujo en un 95 % el esfuerzo del operador ya que va a poder monitorear el comportamiento del grano de café cada segundo.
- Se redujo al 30 % las pérdidas monetarias, ahorrando 1275 soles al mes.
- El porcentaje de defectos del grano de café que se logró reducir fue del 25 %.

4. Validar la funcionalidad de la aplicación web

- Se obtuvo una diferencia de 7 minutos 2 segundos al registrar un lote de granos de café que entran a secar. Antes se tomaba un tiempo de 8 minutos, después de implantado el sistema se toma 58 segundos.
- Se logró evitar que el operador este en constante muestras cada media hora, mostrándole el comportamiento del grano cada segundo en el formulario "SENSOR DHT22"
- A través de un gráfico de semaforización intuitivo, el operador logró monitorear el comportamiento del grano cada segundo.
- Se logró alertar al operador en el momento exacto en el que el grano obtuvo su porcentaje de humedad óptima.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Se propone explotar la potencialidad de otra plataforma de desarrollo como es Teensy 3.6, ya que permitirá que los datos del porcentaje de humedad sean capturados en un tiempo menor a un segundo ya que posee un microcontrolador de más procesamiento.
- 2.** Sería una buena alternativa tener el control de todo el procesamiento del grano de café pergamino para garantizar aún más la obtención de un grano de calidad

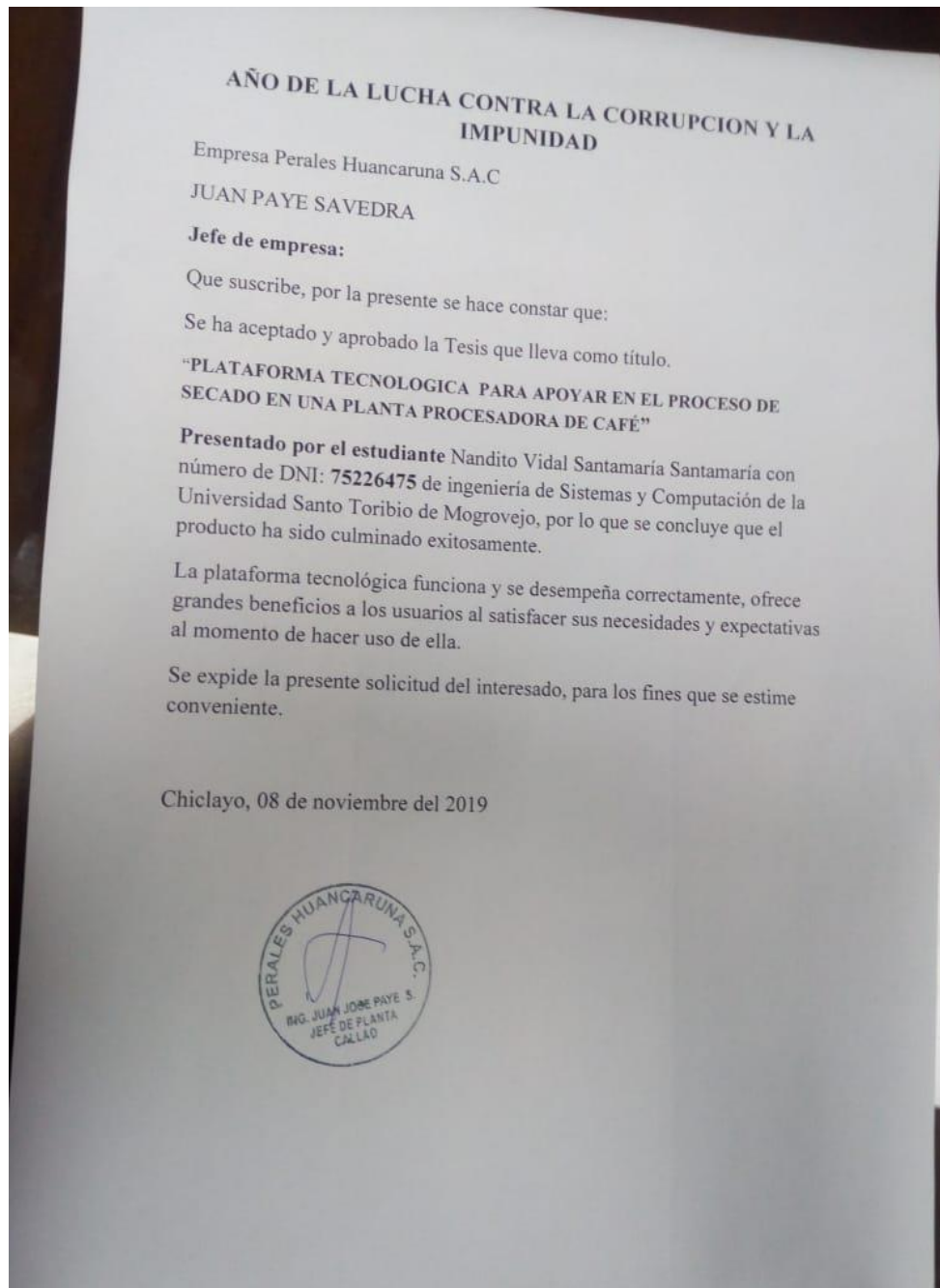
VIII. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] PromPerú, «Exportando.pe,» [En línea]. Available: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/113011715rad13CF9.pdf>. [Último acceso: 25 Marzo 2018].
- [2] «CaféMarcala,» [En línea]. Available: <http://www.docafemarcala.org/historia-del-cafe-en-honduras/>. [Último acceso: 25 Marzo 2018].
- [3] Anacafe, «Guía técnica de construcción y funcionamiento de secadoras solares tipo domo,» [En línea]. Available: <http://www.originicaffe.it/doc/15-84-1-pb.pdf>. [Último acceso: 25 Marzo 2018].
- [4] X. R. G. Veliz, «Producción e Industrialización de Café Soluble Caso: Solubles Instantáneos,» [En línea]. Available: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/01/Galindo-Veliz-Xiomara-Raiza.pdf>. [Último acceso: 29 Marzo 2018].
- [5] MINAGRI, «Ministerio de Agricultura y Riego,» [En línea]. Available: <https://www.minagri.gob.pe/portal/informes-fen>. [Último acceso: 29 Marzo 2018].
- [6] MINCETUR, «Ministerio de Comercio Exterior y Turismo,» [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/mincetur/noticias/18273-cajamarca-se-posiciona-como-la-principal-region-exportadora-de-cafe>. [Último acceso: 29 Marzo 2018].
- [7] J. H. Arismendy, «Evaluación del proceso de secado del café y su relación con las propiedades físicas, composición química y calidad en taza,» trabajo de fin de grado, Universidad Nacional de Colombia, 2015. [En línea]. Available: <http://bdigital.unal.edu.co/51841/1/1128270450.2016.pdf>. [Último acceso: 9 Octubre 2018].
- [8] C. P. L. Rosales, «Efecto del proceso de secado en las características físico-químicas y sensoriales de café especial (var. Pacamara),» trabajo de fin de grado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras, 2016. [En línea]. Available: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5769/1/AGI-2016T024.pdf>. [Último acceso: 9 Octubre 2018].
- [10] T. W. GONZALES, «INFLUENCIA DE LA EDAD DEL CAFETO (Coffea arabica L.) VAR. CATIMOR Y TIPO DE BENEFICIO EN LA CALIDAD FÍSICA Y ORGANOLÉPTICA EN VILLA RICA,» trabajo de fin de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2017. [En línea]. Available: http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1237/GTW_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 09 Octubre 2018].
- [11] D. D. Á. Solano, «Análisis estratégico del sector cafetalero en la región San Martín,» trabajo de fin de grado, Universidad Científica del Perú, 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/596>. [Último acceso: 09 Octubre 2018].
- [12] L. M. C. y M. G. Palomino, «PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ ORGÁNICO EN EL DISTRITO DE LA PECA DEPARTAMENTO DE AMAZONAS PERÚ,» trabajo de fin de grado,

- Universidad Privada Antenor Orrego ,2016. [En línea]. Available: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1445/1/Mu%C3%B1oz_Leanita_Programa%20Sensibilizacion_Produccion.pdf. [Último acceso: 09 Octubre 2018].
- [13] P. M. D. P. Y. J. L. J. Barboza, «EFECTO DEL TIEMPO DE FERMENTADO, TIPOS DE SECADO Y DOS TIPOS DE RIEGO EN LA CALIDAD DE CAFÉ (Coffea arabica L.) VAR. CATIMOR, EN NIVEL ALTITUDINAL BAJO, EN EL CENTRO POBLADO LAS NARANJAS, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA,» trabajo de fin de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1035/BC-TES5807.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 09 Octubre 2018].
- [14] J. S. M. Villavicencio, «DETERMINACIÓN COMPARATIVA DE TIEMPO DE CAFÉ (Coffea arábica L.) EN DOS TIPOS DE SECADORES SOLARES EN EL VALLE DE SANDIA-PUNO,» trabajo de fin de grado, Universidad Nacional del Altiplano, 2015. [En línea]. Available: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3315/Mamani_Villavicencio_Jose_Santos.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 09 Octubre 2018].
- [15] C. A. C. Bances, «SISTEMA DE MONITOREO DE SEGURIDAD FÍSICA EN PLATAFORMA LIBRE DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS PARA ASEGURAR LA GESTIÓN DE LOS NIVELES DE CONTINUIDAD DE LOS SERVICIOS INFORMÁTICOS EN LA CENTRAL DE DATOS USAT,» trabajo de fin de grado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo - Chiclayo, 2015. [En línea]. Available: http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/537/1/TL_Campos_Bances_CesarArcemio.pdf. [Último acceso: 28 Octubre 2018].
- [16] «Camara Café y Cacao,» [En línea]. Available: <https://camcafeperu.com.pe/ES/cafe-peru.php>. [Último acceso: Agosto 09 2018].
- [17] C. D. V. y. M. C. Willems, «Linea de base del Sector Cafe en el Perú,» [En línea]. Available: https://www.undp.org/content/dam/peru/docs/Publicaciones%20medio%20ambiente/Libro%20cafe_PNUD_PE.pdf. [Último acceso: 28 Agosto 2018].
- [18] «Cenicafé,» [En línea]. Available: <https://www.cenicafe.org/>. [Último acceso: 02 Septiembre 2019].
- [19] «AL Grano,» [En línea]. Available: https://www.federaciondecafeteros.org/algrano-fnc-es/index.php/comments/glosario_cafetero_para_conocer_mas_sobre_el_cafe_de_colombia. [Último acceso: 02 Septiembre 2018].
- [20] «La calidad del café,» [En línea]. Available: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/882/3/2.%20Calidad%20del%20caf%C3%A9.pdf>. [Último acceso: 13 Septiembre 2018].
- [21] R. R. y. G. Graziosi, «Posibles usos alternativos de los residuos,» [En línea]. Available: <http://www.ico.org/documents/ed1967c.pdf>. [Último acceso: 18 Octubre 2018].
- [22] A. Solá, «Sabor de Café,» [En línea]. Available: https://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f-44_control_visual_grano.pdf. [Último acceso: 27 Octubre 2019].

- [23] «OCU,» [En línea]. Available: <https://www.ocu.org/alimentacion/cafe/informe/procesado-del-cafe>. [Último acceso: 21 Octubre 2019].
- [24] «Info Cafés,» [En línea]. Available: <http://infocafes.com/portal/infocafes/procesamiento-del-cafe/>. [Último acceso: 22 Octubre 2019].
- [25] «Beneficio del café II: secado del café pergamino,» [En línea]. Available: https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_21._Secado_del_cafe.pdf. [Último acceso: 29 Octubre 2018].
- [26] «Investifación: Café orgánico en México,» [En línea]. Available: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/05/cafe-organicoterminado.pdf>. [Último acceso: 29 Octubre 2018].
- [27] «Perales Huancaruna S.A.C.,» [En línea]. Available: <https://www.perhusa.com.pe/webperhusa/es/>. [Último acceso: 21 Noviembre 2018].
- [28] «Desarrollo de aplicaciones web,» [En línea]. Available: <https://www.iit.comillas.edu/palacios/cursoAppWeb/cap01.pdf>. [Último acceso: 02 Noviembre 2018].
- [29] «PHP,» [En línea]. Available: <https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>. [Último acceso: 02 Noviembre 2018].
- [30] J. D. Gauchat. [En línea]. Available: <https://gutl.jovenclub.cu/wp-content/uploads/2013/10/EI+gran+libro+de+HTML5+CSS3+y+Javascrip.pdf>. [Último acceso: 29 Marzo 2019].
- [31] P. V. Sanz, «ADMINISTRACION DE SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DATOS,» [En línea]. [Último acceso: 22 Julio 2019].
- [32] «Naylamp Mechatronics,» [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/>. [Último acceso: 13 Noviembre 2018].
- [33] «Naylamp Mechatronics,» [En línea]. Available: https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/58sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa-dht22am2302.html?search_query=sensor+dht22&results=143. [Último acceso: 17 Noviembre 2018].
- [34] «Arduino,» [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/>. [Último acceso: 18 Noviembre 2018].
- [35] «Naylamp Mechatronics,» [En línea]. Available: https://naylampmechatronics.com/arduino-tarjetas/8-arduino-uno-r300008.html?search_query=arduino+uno&results=278. [Último acceso: 22 Noviembre 2018].
- [36] «Arduino,» [En línea]. Available: https://www.arduino.cc/en/Main/Arduino_BoardLeonardo. [Último acceso: 25 Noviembre 2018].
- [37] «Naylamp Mechatronics,» [En línea]. Available: https://naylampmechatronics.com/arduino-tarjetas/9-arduino-mega2560.html?search_query=arduino+mega&results=259. [Último acceso: 29 Noviembre 2018].

- [38] J. D. F. M. J. M. V. Andrés Navarro Cadavid, «Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software,» [En línea]. [Último acceso: 23 Febrero 2019].
- [39] K. B. a. C. Andres, Extreme Programming Explained (Second Edition), 2004.
- [40] C. Bernal, Proceso de la investigación científica, en Metodología de la investigación científica: administración, economía, humanidades y ciencias sociales, 3ra. ed. Bogotá D.C., Colombia: Pearson Educación, 2010.
- [41] D. R. Corres, «Estudio sobre la implantación de la herramienta Arduino en Centro de Formación Profesional,» trabajo de fin de máster, Universidad Nacional de Colombia, 2015. [En línea]. Available: <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/4540/RUIZ%20CORRES%2C%20DANIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 12 Marzo 2019].

IX. ANEXOS**9.1. N°01 - CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO**

9.2. N° 02 - ANÁLISIS DE RIESGOS

1. Datos generales

- **Tesista** : Nandito Vidal Santamaria Santamaria
- **Fecha inicial** : 22 de agosto de 2019
- **Fecha final** : 12 de diciembre de 2019

2. Alcance del proyecto

Se desarrollará la matriz de riesgos, con la finalidad de identificar las fases, entregables y objetivos afectados durante desarrollo de la presente tesis haciendo uso de la metodología PMBOK

El sistema implementado permite al operador registrar un lote de granos de café pergamino para que sea procesado en el área de secado y así monitorear el comportamiento de este durante el secado en las máquinas secadoras.

La información será presentada mediante formularios y gráficos intuitivos, para ello será necesario tener una cuenta para iniciar sesión y así poder monitorear el porcentaje de humedad del grano de café con fecha y hora en el área de secado.

3. Interesados (Stakeholders)

Durante el desarrollo de la presente tesis se ha identificado a los siguientes interesados:

- **Internos**

Tabla XLIII INTERESADOS INTERNOS

Interesado	Participación
Jefe de planta Operadores de la planta	Describir la participación que ha tenido el interesado 1 en la tesis. Detallar el procedimiento que se lleva a cabo el área de secado del grano de café.

- **Externos**

Tabla XLIV INTERESADOS EXTERNOS

Interesado	Participación
Consumidor local (Altomayo)	Abastecerse de un grano de café seco que tenga un porcentaje de humedad óptima y de calidad.
Consumidor extranjero	Abastecerse de un grano de café seco que logre satisfacer sus expectativas

4. Beneficios

Los beneficios que se van a obtener con el producto que se ha desarrollado son:

- Disminuir el tiempo que se toma el operador para registrar el lote de granos que se va a secar.
- Reducir el esfuerzo del operador (al estar en constante muestras cada media hora) mostrándole una interfaz intuitiva de monitoreo del grano de café.
- Aumentar la calidad del grano de café.
- Aumentar el porcentaje de satisfacción de los consumidores.
- Reducir las pérdidas mensuales que equivalen en un monto de 4250 al mes.
- Reducir el porcentaje de defectos que impiden que el café sea vendido a su precio normal.

5. Etapas de desarrollo

Para el desarrollo del producto de la presente tesis se ha realizado considerando las etapas de la Metodología Extreme Programming, que consta de las siguientes etapas:

- **Fase de planeación**
 - **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla XLV MATRIZ DE RIESGOS FASE I

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Requerimientos incompletos y poco entendibles	Planificación	La definición de requerimientos no se hizo de manera clara y completa	Documento de requerimientos	5	Alcance	4	20	MUY ALTO
						Tiempo	5	25	
						Costo	5	25	
						Calidad	4	20	
						Total probabilidad por impacto	90		
RE1 – 002	Falta de compromiso de los usuarios en el levantamiento de los requerimientos	Planificación	Usuarios que no colaboran definición de los requerimientos	Documento de requerimientos	4	Alcance	5	20	ALTO
						Tiempo	4	16	
						Costo	5	20	
						Calidad	4	16	
						Total probabilidad por impacto	72		
RE1 – 003	Entendimiento errado de los requerimientos	Planificación	Se entiende y documenta de manera equivocada las necesidades expuestas por el cliente	Documento de requerimientos	3	Alcance	4	12	MEDIO
						Tiempo	4	12	
						Costo	4	12	
						Calidad	4	12	
						Total probabilidad por impacto	48		
RE1 – 004	Retraso en la obtención de los requerimientos	Planificación	Se postergan las fechas de las reuniones con el cliente	Documento de requerimientos	3	Alcance	3	9	BAJO
						Tiempo	2	6	
						Costo	2	6	
						Calidad	3	9	
						Total probabilidad por impacto	30		

– **Matriz salvaguarda de riesgos**

Entre los planes de mitigación para superar riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla XLVI MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS FASE I

Código del riesgo	Amenaza / Oportunidad	Descripción del riesgo	Fase	Nivel de riesgo	Tipo de respuesta	Responsable	Plan de mitigación
RE1 – 001	Amenaza	Requerimientos incompletos y poco entendibles	Planificación	MUY ALTO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacitar a los usuarios e ingenieros de requerimientos sobre la lógica del negocio ✓ Los usuarios deben tener una definición clara de lo que desean ✓ Incorporar los nuevos requerimientos o cambios de forma clara y completa ✓ Los usuarios y clientes deben conocer el negocio a la perfección
RE1 – 002	Amenaza	Falta de compromiso de los usuarios en el levantamiento de los requerimientos	Planificación	ALTO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comunicación constante con los usuarios ✓ Los usuarios deben participar en la definición de los requerimientos ✓ Los usuarios deben comprometerse para hacer el levantamiento de los requerimientos ✓ Los usuarios deben ser responsables del levantamiento de los requerimientos
RE1 – 003	Amenaza	Entendimiento errado de los requerimientos	Planificación	MEDIO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprender el proceso del negocio ✓ Mantener comunicación con las personas que conocen y se desempeñan en los procesos ✓ Hacer una definición clara de lo que el usuario desea que se haga
RE1 – 004	Amenaza	Retraso en la obtención de los requerimientos	Planificación	BAJO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reunión constante entre el usuario y cliente ✓ Definir fechas y horas accesibles para las reuniones ✓ Priorizar los procesos críticos del negocio para empezar por ellos en la obtención de requerimientos

- **Fase diseño**
 - **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla XLVII RIESGOS IDENTIFICADOS FASE 2

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 005	No se especifica claramente la arquitectura lógica	Diseño	No existe una definición clara de las interconexiones y recursos lógicos del sistema	Documento de diseño	5	Alcance	4	20	MUY ALTO
						Tiempo	5	25	
						Costo	5	25	
						Calidad	4	20	
						Total probabilidad por impacto		90	
RE1 – 006	Poco conocimiento de la lógica del negocio	Diseño	Mal interpretación de los requerimientos para hacer el diseño de la interfaz sistema	Documento de diseño	3	Alcance	5	15	ALTO
						Tiempo	4	12	
						Costo	5	15	
						Calidad	4	12	
						Total probabilidad por impacto		54	
RE1 – 007	El diseño de las interfaces está incompleto	Diseño	No se prioriza las interfaces que son críticas para el funcionamiento del negocio	Documento de diseño	3	Alcance	4	12	MEDIO
						Tiempo	4	12	
						Costo	4	12	
						Calidad	3	9	
						Total probabilidad por impacto		45	
RE1 – 008	Incorrecta definición de la estructura de los datos	Diseño	La definición de tipos de datos y la relación de las tablas es ineficiente	Documento de diseño	3	Alcance	3	9	BAJO
						Tiempo	2	6	
						Costo	2	6	
						Calidad	3	9	
						Total probabilidad por impacto		30	

– **Matriz salvaguarda de riesgos**

Entre los planes de mitigación para superar riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla XLVIII MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS FASE 2

Código del riesgo	Amenaza / Oportunidad	Descripción del riesgo	Fase	Nivel de riesgo	Tipo de respuesta	Responsable	Plan de mitigación
RE1 – 005	Amenaza	No se especifica claramente la arquitectura lógica	Diseño	MUY ALTO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir la arquitectura lógica eficiente en base a los requerimientos ✓ Hacer el diseño tomando en cuenta lo que desea el usuario ✓ Recibir el apoyo o visto bueno por parte de un experto ✓ Hacer uso de diagramas para el diseño de la arquitectura lógica
RE1 – 006	Amenaza	Poco conocimiento de la lógica del negocio	Diseño	ALTO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacitar a los encargados del diseño sobre la lógica del diseño ✓ Definir reuniones para resolver las dudas ✓ Facilitar la documentación de la lógica del negocio al encargado del diseño
RE1 – 007	Amenaza	El diseño de las interfaces está incompleto	Diseño	MEDIO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar que interfaces tienen relación con los procesos críticos del negocio ✓ Priorizar el desarrollo de interfaces ✓ Comprender la función que va a realizar cada interfaz ✓ Definir y establecer los tiempos que se van a emplear para diseñar una interfaz
RE1 – 008	Amenaza	Incorrecta definición de la estructura de los datos	Diseño	BAJO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer una nomenclatura para definir los datos ✓ Hacer una definición clara del tipo de dato para cada atributo ✓ Hacer una definición entendible de la relación entre las tablas ✓ Evitar la duplicidad de datos

- **Fase codificación**

- **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla XLIX RIESGOS IDENTIFICADOS FASE 3

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 009	La integración de los módulos es compleja	Codificación	Al codificar y hacer la integración aparecen errores en el diseño del software	Implementación del software	5	Alcance	4	20	MUY ALTO
						Tiempo	5	25	
						Costo	5	25	
						Calidad	4	20	
						Total probabilidad por impacto		90	
RE1 – 010	La implementación del software es compleja	Codificación	Existe un nivel alto de complejidad para desarrollar la aplicación	Implementación del software	4	Alcance	4	16	ALTO
						Tiempo	4	16	
						Costo	4	16	
						Calidad	4	16	
						Total probabilidad por impacto		64	
RE1 – 011	Pérdida de backups	Codificación	Pérdida de la copia de respaldo	Implementación del software	3	Alcance	3	9	MEDIO
						Tiempo	4	12	
						Costo	4	12	
						Calidad	3	9	
						Total probabilidad por impacto		42	
RE1 – 012	No se realiza la documentación respectiva del código fuente	Codificación	Para el desarrollo se hace uso de malas prácticas y no se dan revisiones de los errores o mejoras	Implementación del software	3	Alcance	2	6	BAJO
						Tiempo	3	9	
						Costo	2	6	
						Calidad	3	9	
						Total probabilidad por impacto		30	

– **Matriz salvaguarda de riesgos**

Entre los planes de mitigación para superar riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla L MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS FASE 3

Código del riesgo	Amenaza / Oportunidad	Descripción del riesgo	Fase	Nivel de riesgo	Tipo de respuesta	Responsable	Plan de mitigación
RE1 – 009	Amenaza	La integración de los módulos es compleja	Codificación	MUY ALTO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pedir ayuda a una persona con conocimientos en esos temas ✓ Ordenar la interacción de los módulos con otros ✓ Tener bien definido que modulo se relaciona con otro ✓ Hacer la integración empezando por los módulos simples a los más complejos
RE1 – 010	Amenaza	La implementación del software es compleja	Codificación	ALTO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El equipo de desarrollo debe buscar apoyo a una persona experta en esos temas. ✓ Elegir la metodología de desarrollo adecuada para llevar a cabo el proyecto considerando su tamaño, tiempo, alcance y documentación. ✓ Adaptar un software ya existente a nuestra realidad
RE1 – 011	Amenaza	Pérdida de backups	Codificación	MEDIO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hacer copias de respaldo diariamente ✓ Tener una copia de respaldo en otro lugar en caso suceda algún evento inesperado. ✓ Restringir el acceso a las copias de respaldo ✓ Asegurarse de que la persona indicada es la que realiza las copias de seguridad
RE1 – 012	Amenaza	No se realiza la documentación respectiva del código fuente	Codificación	BAJO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentar el código fuente de cada interfaz del sistema ✓ Detallar paso a paso la interacción con otras interfaces ✓ Identificar a las interfaces que tienen el código fuente más complejo

- **Fase pruebas**
 - **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla LI RIESGOS IDENTIFICADOS FASE 4

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 013	La definición del alcance de las pruebas es deficiente	Pruebas	Desde el inicio del proyecto no se definió claramente el alcance ya que no se tenía acceso total a la documentación	Aseguramiento de la calidad del software	5	Alcance	4	20	MUY ALTO
						Tiempo	5	25	
						Costo	5	25	
						Calidad	5	25	
						Total probabilidad por impacto		95	
RE1 – 014	Las pruebas no son ejecutadas en su totalidad	Pruebas	El número de pruebas realizadas no garantizan la calidad del sistema ya sea por falta de tiempo	Aseguramiento de la calidad del software	4	Alcance	4	16	ALTO
						Tiempo	4	16	
						Costo	4	16	
						Calidad	4	16	
						Total probabilidad por impacto		64	
RE1 – 015	Se deja de lado la priorización en la ejecución de las pruebas	Pruebas	El desarrollador no le da prioridad a las funciones más importantes y complejas del sistema para su ejecución	Aseguramiento de la calidad del software	3	Alcance	4	12	MEDIO
						Tiempo	4	12	
						Costo	4	12	
						Calidad	4	12	
						Total probabilidad por impacto		48	
RE1 – 016	Se genera mucha demora al reparar los errores encontrados en las pruebas	Pruebas	Al no priorizar las pruebas para su ejecución se obtiene un retraso	Aseguramiento de la calidad del software	3	Alcance	2	6	BAJO
						Tiempo	3	9	
						Costo	2	6	
						Calidad	2	6	
						Total probabilidad por impacto		27	

– **Matriz salvaguarda de riesgos**

Entre los planes de mitigación para superar riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla LII MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS FASE 4

Código del riesgo	Amenaza / Oportunidad	Descripción del riesgo	Fase	Nivel de riesgo	Tipo de respuesta	Responsable	Plan de mitigación
RE1 – 013	Amenaza	La definición del alcance de las pruebas es deficiente	Pruebas	MUY ALTO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reuniones entre el desarrollador y el usuario ✓ Buscar el apoyo del usuario para que dé su opinión ✓ Se debe obtener la conformidad de las pruebas ejecutadas
RE1 – 014	Amenaza	Las pruebas no son ejecutadas en su totalidad	Pruebas	ALTO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hacer uso de herramientas confiables para realizar las pruebas ✓ Buscar el apoyo del especialista en pruebas ✓ Realizar las pruebas de usuario ✓ Deben ser ejecutadas por personas que no han formado parte del desarrollo del sistema
RE1 – 015	Amenaza	Se deja de lado la priorización en la ejecución de las pruebas	Pruebas	MEDIO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar las funciones más importantes del sistema ✓ Ejecutar las funciones más complejas e importantes del sistema ✓ Establecer los pasos que se van a llevar a cabo para la ejecución de la prueba
RE1 – 016	Amenaza	Se genera mucha demora al reparar los errores encontrados en las pruebas	Pruebas	BAJO	Mitigar	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentar los errores que se han solucionado en caso aparezcan otros similares ✓ Contratar a un especialista con conocimientos y experiencia en la ejecución de pruebas ✓ Disponer de herramientas adecuadas que hagan más rápidas la visibilidad del error

9.3. N° 03 - INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

GUÍA DE ENTREVISTA AL JEFE DE PLANTA



Al gerente de la planta de café se le planteó un total de cinco interrogantes y se obtuvieron las siguientes respuestas.

1. **¿Cuál es el proceso más importante?**
- Todos los procesos son muy importantes porque las áreas están relacionadas y dependen una de otra, a pesar de ello existe un proceso en el cual se debe manejar con mucho cuidado: el proceso de secado, ya que de este depende la calidad del grano que el cliente desea percibir.
2. **¿Cuál es el porcentaje de humedad óptima en que debe estar el grano de café?**
- El porcentaje de humedad óptima del grano de café debe estar en un rango de 10 – 12 %, para ello nos basamos en el estándar de la Organización Internacional del Café.
3. **¿El proceso de secado es llevado a cabo de la manera correcta?**
En si tenemos dificultades a la hora de que los trabajadores extraen el grano de la secadora, hay veces donde el café se extrae bajo y superior al porcentaje de humedad óptima.
4. **¿Ha habido casos donde el cliente ha logrado percibir esas deficiencias en el grano? ¿que se hizo en esos casos?**
- Sí, en esos casos para evitar la pérdida total del café, la única alternativa de solución es vender el kilogramo de café a mitad de precio.
5. **¿Cuáles son las pérdidas que se obtienen al año?**
- Al año aproximadamente se tiene una pérdida de 217 quintales el cual equivale a 10199 kilogramos, si el café se ha secado correctamente entonces el precio a vender es a 10 soles el kilogramo obteniendo un total de 101990 soles, pero si no se ha llevado a cabo el proceso de secado correctamente pues el precio disminuye y puede ser vendido a 5 soles, obteniendo 50995. Comparando ambos escenarios podemos concluir que la pérdida al año es de 50995 soles por no hacer un proceso de secado adecuado del grano de café. Está claro que no se pierde el grano en sí, pero por el bajo precio de venta es que se origina este tipo de pérdidas.

GUIA DE ENTREVISTA A LOS OPERADORES



A los operadores de la planta de café se le planteó un total de nueve interrogantes y se obtuvieron las siguientes respuestas.

1. **¿Qué funciones exactamente cumplen en la empresa?**
 - Llevar a cabo el proceso de secado
 - Realizar las actividades que comprenden el secado del grano de café
2. **¿Qué actividades se realizan en ese proceso?**
 - Ver el lote que va a ingresar a secado y chequear con qué porcentaje de humedad ingresa, ver a qué porcentaje de humedad lo desean los proveedores y empezar el llenado de las secadoras el cual nos toma un tiempo de media hora.
3. **¿Cuánto tiempo les toma esperar hasta que el grano este en el porcentaje de humedad óptima?**
 - Depende del porcentaje de humedad en el que ingrese el grano
 - 5 horas
 - 7 horas
 - 6 horas
4. **¿Sabén el momento exacto en el que deben extraer el café de la secadora?**
 - No, llevamos mucho tiempo aquí y por experiencia ya sabemos maso menos en que momento actuar.
 - No, al no avisarnos del momento en el que debemos actuar hemos retirado el café con humedad alta
5. **¿Cada cuánto tiempo deben sacar las muestras correspondientes?**
 - Cada 30 minutos
 - Cada 35 minutos
 - Cada 40 minutos
 - Cada 1 hora
6. **¿En la empresa hay alguna alarma que les avisa para que saquen el café de la secadora?**
 - No hay ningún sonido
 - Nadie nos da orden para sacar el grano de la secadora
 - No hay una persona encargada que nos avise
 - Nosotros manejamos los tiempos y actuamos según nuestra experiencia
 - Nadie nos da una señal
7. **¿Se sienten insatisfechos en la manera de cómo se lleva a cabo el proceso de secado?**
 - Sí, aunque es un poco complicado, pero es nuestro trabajo y debemos de hacerlo
 - Un poco porque ya estamos acostumbrados
 - Sí, porque debemos estar de aquí para allá
 - Sí, porque hay veces en que el grano sale muy seco y a veces muy húmedo
 - Sí, porque es un proceso de mucho cuidado
8. **¿El ambiente de trabajo es el adecuado?**
 - Un poco, de vez en cuando cae mucho polvo de las secadoras.
 - El piso del área contiene polvo y restos de granos de café
9. **¿Cuentan con las herramientas de seguridad adecuadas?**
 - Sí, contamos con el uniforme adecuado para llevar a cabo nuestras actividades.

9.4. N° 04 - MANUAL DE USUARIO

Plataforma tecnológica para apoyar en el proceso de secado en una planta procesadora de café

Introducción

El proyecto tiene como título “Plataforma tecnológica para apoyar en el proceso de secado en una planta procesadora de café” Para ello se hará uso del hardware libre como arduino y de una aplicación web que permitirá observar el comportamiento del grano de café durante su respectivo secado.

El administrador, será el operador del área de secado, quien se encargará de registrar el lote de sacos de granos de café que serán derivados al área de secado.

El operador tendrá accesibilidad a las siguientes opciones: Mi perfil, Lote, Sensor DHT22, Gráfica lineal, Gráfica de semaforización, Alerta y Detalle.

A. Requerimientos mínimos de la aplicación web

Tener a la mano o contar con un dispositivo electrónico (computadora con procesador y sistema operativo de 64 bits, celular, tablet, etc.) que tenga acceso a internet.

Contar con el navegador Google Chrome, Mozilla o Internet Explore.

Es importante utilizar los navegadores ya conocido para que la información del sistema sea más rápida.

1. INICIO DE SESIÓN

1.1. Para iniciar sesión correctamente se deben ingresar los siguientes datos

VISTA ADMINISTRADOR

Correo electrónico

Contraseña

Recordar mi contraseña **Iniciar Sesión**

1 Ingrese su correo

2 Ingrese su contraseña correcta

3 Si deseas guardar tu correo y contraseña dar click en el

4 Presionar en el botón Iniciar Sesión

Si deseas guardar tu correo y contraseña dar click en el

Observación:

- ✓ Al momento que ingreses el correo electrónico el sistema solo permite este formato de correo **cafe@perhusa.pe**
- ✓ La longitud de la contraseña debe ser mayor a 5 caracteres y deben tener la combinación de números, mayúsculas y caracteres especiales.

1.2. Si se ingresan los datos de acceso incorrectos aparecerán los siguientes mensajes

Error! Contraseña o correo Electrónico invalido



VISTA ADMINISTRADOR

Correo electrónico

Contraseña

Recordar mi contraseña

1

Se observará este mensaje si el correo electrónico y contraseña que se introdujeron son incorrectos.

Se observará este mensaje si solo se ingresa el correo electrónico y se deja en blanco el campo de la contraseña.

Contraseña invalida

2

Aceptar

Se observará este mensaje si solo se ingresa la contraseña y se deja en blanco el campo del correo electrónico

Correo electrónico invalido

3

Aceptar



VISTA ADMINISTRADOR

Correo electrónico

Contraseña

Recordar mi contraseña

Contraseña invalida



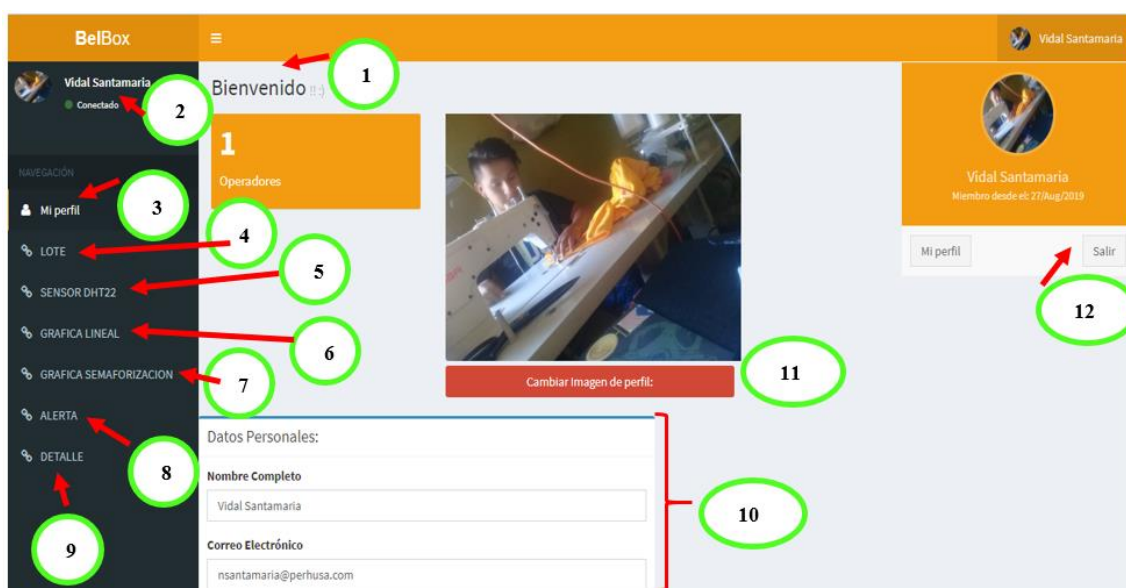
VISTA ADMINISTRADOR

santamaria@perhusa.com

Contraseña

Recordar mi contraseña

2. MENU PRINCIPAL



Cuando el inicio de sesión haya sido correcto, aparecerá el menú de opciones al que el usuario puede acceder. A continuación, se detallará la funcionalidad de las diferentes enumeraciones identificadas en el menú principal.

- 1 Se observa un mensaje de bienvenida
- 2 Aparece el nombre de la persona que ha iniciado sesión
- 3 En la opción **Mi perfil** aparece los datos personales de la persona que ha iniciado sesión
- 4 En la opción **LOTE** se tendrá acceso al mantenimiento completo del mismo
- 5 En la opción **SENSOR DHT22** se tendrá acceso a un listado del porcentaje de humedad del grano de café durante el secado correspondiente
- 6 En la opción **GRAFICA LINEAL** se tendrá acceso a un listado del porcentaje de humedad del grano de café durante el secado mediante un gráfico de curvas
- 7 En la opción **GRAFICA SEMAFORIZACION** se tendrá acceso a un listado del porcentaje de humedad del grano de café durante el secado un gráfico de semaforización
- 8 En la opción **ALERTA** se tendrá acceso a un listado del porcentaje de humedad óptima del grano de café, es decir del momento adecuado cuando el grano ha obtenido su estado optimo
- 9 En la opción **DETALLE** se tendrá acceso a un listado del lote de grano que ha sido secado, la humedad con la que ha ingresado y el lugar de donde ha sido traída.
- 10 En esta opción se pueden actualizar los datos de la persona que ha iniciado sesión
- 11 En esta opción se puede actualizar nuestra foto de perfil
- 12 Si ya no tenemos nada más que hacer, entonces damos click en el botón salir y lograremos dar por concluida la sesión iniciada.

3. OPCIÓN MI PERFIL

The screenshot shows a user profile update interface. At the top right, there is a red button labeled 'Cambiar Imagen de perfil:' with a yellow circle containing the number 1. Below this, the section is titled 'Datos Personales:'. It contains five input fields, each with a yellow circle containing a number: 'Nombre Completo' (2) with the text 'Vidal Santamaria', 'Correo Electrónico' (3) with 'nsantamaria@perhusa.com', 'Contraseña Actual' (4) with '*****', 'Nueva Contraseña' (5) with '*****', and 'Confirmar Nueva Contraseña' (6) with '*****'. At the bottom left, there is a blue button labeled 'Actualizar Datos' with a yellow circle containing the number 7.

- 1 Si deseas cambiar tu foto de perfil debes dar click el botón “cambiar imagen de perfil”
- 2 Si deseas actualizar tu nombre dar click aquí
- 3 Si deseas actualizar tu correo, debes click en esta opción
- 4 En este campo tu contraseña esta descifrada
- 5 Si quieres actualizar tu contraseña ingresas la nueva aquí en este campo
- 6 En esta opción confirmas otra vez tu nueva contraseña
- 7 Una vez llenado todos los campos que deseamos actualizar, dar click en Actualizar Datos

4. OPCIÓN LOTE

[<== Regresar](#) 6

LOTE									
Nuevo 4									
ID	NUM LOTE	NUM SECADORA	ZONA	ALMACEN	FECHA Y HORA INGRESO	HUMEDAD INICIAL	TOTAL SACOS	Editar 2	Eliminar 3
1	1	1	Satipo	A3B1	2019-06-27 10:38:00	69.5	120	Editar	Eliminar
2	2	1 1	Pichanaqui qui	03A08B	2019-07-05 08:35:04	69.5	120	Editar	Eliminar
4	3		Selva baja	03A08	2019-07-09 23:32:28	69.5	120	Editar	Eliminar
5	4	4	Selva Alta	03A08B	2019-07-10 01:38:51	80.8	120	Editar	Eliminar
6	3	2	Pichanaquiriki	A3B1	2019-09-03 11:21:50	14	120	Editar	Eliminar

1 [»](#) [Final](#) 5

- 1 En este punto observamos un listado de todos los lotes de sacos de granos de café registrados
- 2 Si deseamos cambiar algún dato del registro de lote, dar click en la opción editar
- 3 Si deseamos deshacernos de algún registro de lote, dar click en la opción eliminar
- 4 Si se quiere agregar un nuevo registro de lote se debe dar click en la opción Nuevo
- 5 Se observa el pie de página, se observan el registro de 5 lotes por pagina
- 6 Si deseamos volver al menú principal, dar click en regresar

5. OPCIÓN SENSOR DHT22

<== Regresar
3

Sensor de temperatura y humedad			
ID	TEMPERATURA	HUMEDAD	FECHA Y HORA
1	20.4	50.5	2019-06-27 10:38:00
2	24.8	53.3	2019-06-27 10:52:12
3	24.8	53.5	2019-06-27 10:52:13
4	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:15
5	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:16
6	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:17
7	24.8	53.3	2019-06-27 10:52:18
8	24.8	53.4	2019-06-27 10:52:19
9	24.8	53.3	2019-06-27 10:52:20
10	24.7	53.2	2019-06-27 10:52:21

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
»
Final
2

1

Se observa un listado del porcentaje de humedad del grano que está secando, donde se capturan datos como ID, Temperatura, Humedad y Fecha y Hora.

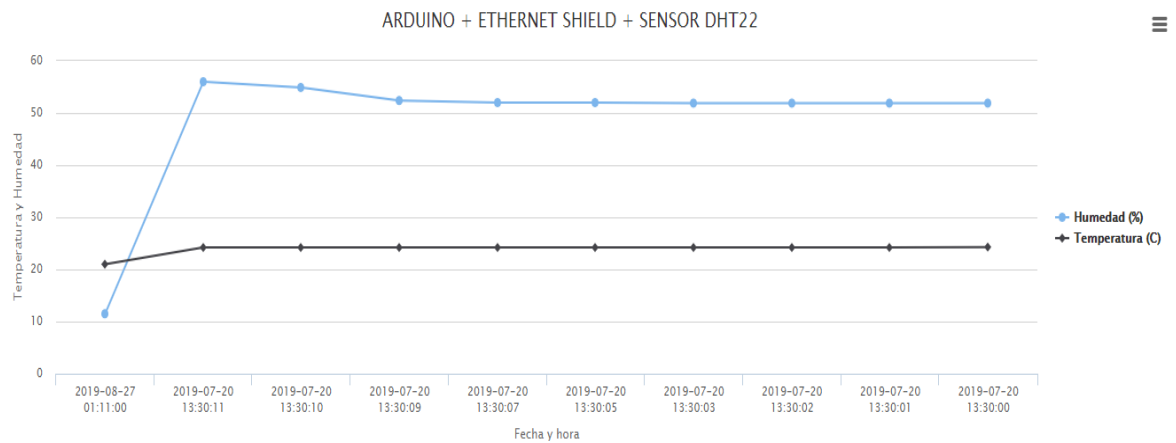
2

Se observa el pie de página donde se logran ver 10 datos por cada paginación.

3

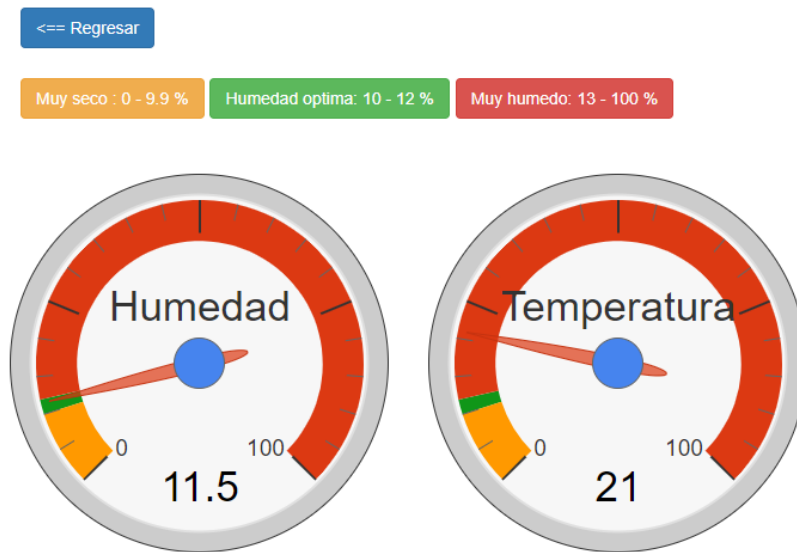
Si deseamos volver al menú principal, dar click en regresar.

6. OPCIÓN GRÁFICA LINEAL



En esta opción el operador va a monitorear el comportamiento del grano a través de una gráfica, permitiendo que pueda ver los últimos diez datos (porcentaje de humedad del grano de café) capturados con su respectiva fecha y hora.

7. OPCIÓN GRÁFICA DE SEMAFORIZACIÓN



Al operador del área de secado también se le ofrece otra herramienta un poco más intuitiva donde podrá ver el comportamiento del grano y a través de colores va a poder identificar si el grano ya obtuvo su porcentaje de humedad óptima. Si logra ver el agujero en el área roja del semáforo, quiere decir que le falta mucho por secar, si lo observa en el área amarilla quiere decir que está cerca de alcanzar y si observa que el agujero está ubicado en el área verde quiere decir que se cumplió con lo que se esperaba y por lo tanto se tiene a extraer el grano de café de la secadora mecánica.

8. OPCIÓN ALERTA

<== Regresar

HUMEDAD OPTIMA		
ID	HUMEDAD	FECHA Y HORA
1749	58.5	2019-07-10 01:06:02
3036	58.5	2019-07-20 13:02:51

1

En esta opción se podrá tener un listado de la humedad óptima del grano de café, es decir aquí se va ver reflejado cuando se haya emitido la alarma la cual garantiza que el grano de café pergamino ha logrado llegar a su estado óptimo. Los datos que se listan son ID, Humedad y Fecha y hora.

9. OPCIÓN DETALLE

<== Regresar

HUMEDAD OPTIMA						
Codigo	Lote	Zona	fecha hora ingreso	Humedad inicial	Humedad optima	fecha y hora optima
1	1	Satipo	2019-06-27 10:38:00	69.5	45.5	2019-06-27 12:19:00
2	2	Pichanaqui qui	2019-07-05 08:35:04	69.5	45.5	2019-07-05 10:38:36
3	3	Selva baja	2019-07-09 23:32:28	69.5	45.5	2019-07-10 01:32:28

1

Esta opción, al igual que la anterior ofrece un listado del lote que fue secado, lugar de procedencia de ese lote, la fecha en la que entro al área de secado, la humedad con la que se trajo, la humedad óptima que se obtuvo al escuchar la emisión de la alarma y por último la fecha y hora en la que el grano logro ser secado correctamente.

9.5. N° 05 - FICHA DE REQ. FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES



FICHA DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES

Fecha	27 Marzo 2019
Nombre del proyecto	Plataforma Tecnológica para apoyar en el proceso de secado en una planta procesadora de café
Nombre del tesista	Moandito Vidal Santamaría Santamaría
Stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> - Operador del área de secado de la planta (Walter S.S.) - Gerente de la planta (Juan Paye S.)
Propósito	✓ Definir los requerimientos funcionales y no funcionales
Descripción	<p>✓ Enseguida se detallan los RF y RNF</p> <p><u>RF</u></p> <p>- En el área de seco de ingresa muchos lotes (Saco de café), es por ello que es de gran importancia poder registrarlos para tener un historial de ellos, También se le diseña un gráfico entendible que le permitan observar el comportamiento del grano de café, además para llevar a cabo lo antes mencionado por la seguridad de los datos este debe identificarse con un correo y contraseña.</p> <p><u>RNF</u></p> <p>- Queremos que el grano no se pierda de vista su comportamiento ni por un segundo, sino que los grano se puedan monitorear a través de una aplicación web y nos ahorre el tiempo de estar sacando muestras los datos que se obtienen del grano deberán ser almacenados para un análisis futuro. Como lo que hace actualmente el operador es un trabajo muy duro al estar de aquí para allá, Sería beneficioso que se le alerte cuando el grano está listo para poder derivarlo a otra área. Además sería bueno tomar en cuenta que se le avise a través de una luz significativa, Todo lo antes mencionado debe ser elementos que realmente funcionen para que generen algún beneficio.</p>
Conclusiones	Habiendo logrado definir los RF y RNF se deja evidencia que los antes mencionados servirán de guía para la elaboración y ejecución del proyecto

Juan Paye Savedra
Jefe de planta

Walter Suclupe Sandoval
Operador de la planta

9.6. N°06 - PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD POR EL USUARIO FINAL



PRUEBAS FUNCIONALES

Caso de prueba	Iniciar sesión	
Identificador caso de prueba	CPO1_ Iniciar Sesión	
Función probar	Logueo del operador	
Objetivo	Lograr acceder al sistema	
Descripción	Ingresar correo y contraseña correctos	
Criterios de éxito	Ingresar al sistema	
Criterios de falla	No permitir el ingreso al sistema	
Precondiciones	Tener una cuenta de acceso	
Perfil del usuario	Operadores del área de Secado	
Necesidades para el caso de prueba	- Pertenecer a la empresa y tener una cuenta de acceso	
Autor	José Alan Escalación, Walter Duchay S.	
Fecha de creación	24/07/2019	
Flujo del caso de prueba	Usuario del sistema	Sistema
	- Ingresar correo electrónico y contraseña	Valida y da acceso al sistema
Post condiciones	Se "inicia" sesión en 8 segundos	

José Alan Escalación

Walter Duchay S.



PRUEBAS FUNCIONALES

Caso de prueba	Registrar un lote de granos de café	
Identificador caso de prueba	CP02 - Registrar lote	
Función probar	Gestionar un lote (Registrar lote)	
Objetivo	Lograr registrar un lote de granos de café	
Descripción	Ingresar los datos de la tabla lote	
Criterios de éxito	Hacer el registro exitoso de un lote de granos	
Criterios de falla	No se puede registrar un lote de granos	
Precondiciones	Haber iniciado sesión	
Perfil del usuario	Operadores del área de secado	
Necesidades para el caso de prueba	- Pertenecer a la empresa	
Autor	Walter Lucio Sandoval, Jefe A.E.	
Fecha de creación	24/07/2019	
Flujo del caso de prueba	Usuario del sistema	Sistema
	El operador ingresa ID, número lote, número de Secadora, zona, almación, fecha y hora ingreso, humedad inicial y total de sacos	Guarda el registro del lote de granos de café
Post condiciones	Lista actualizada de lotes de granos Si toma un tiempo de 58 segundos	

[Firma]

[Firma]

PRUEBAS FUNCIONALES

Caso de prueba	Mostrar el comportamiento del grano en un listado	
Identificador caso de prueba	CP03 — Mostrar Comportamiento	
Función probar	Listar el porcentaje de humedad del grano	
Objetivo	Visualizar un listado del porcentaje de humedad del grano durante el Secado	
Descripción	Iniciar Sesión y dar click en la opción correcta	
Criterios de éxito	Visualizar el listado de % humedad del grano	
Criterios de falla	No permite ver el listado de la humedad del grano	
Precondiciones	Haber iniciado Sesión	
Perfil del usuario	Operadores del área de Secado	
Necesidades para el caso de prueba	Por parte de la empresa y Tener cuenta de acceso	
Autor	Joni Abu-Zacabación, Walter Saúlpe S	
Fecha de creación	24/07/2019	
Flujo del caso de prueba	Usuario del sistema	Sistema
	Inicia Sesión y da click en la opción "SENSOR DAT 22" ⁴	Muestra un listado del % humedad del grano
Post condiciones	Se logró ver el comportamiento del grano en cada Segundo	

Joni Abu-Zacabación

Walter Saúlpe S

PRUEBAS FUNCIONALES

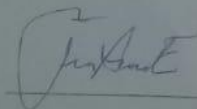
Caso de prueba	Mostrar comportamiento del grano en un gráfico	
Identificador caso de prueba	C.P-04 - Mostrar comportamiento	
Función probar	Listar el porcentaje de humedad del grano	
Objetivo	Visualizar en gráfico de colores del % de humedad del grano durante el Secado	
Descripción	Iniciar Sesión correctamente y dar clic en la opción	
Criterios de éxito	Visualizar la gráfica con el % de humedad del grano	
Criterios de falla	No tener acceso a la visualización de datos	
Precondiciones	- Haber iniciado sesión	
Perfil del usuario	- Operadores del área de secado	
Necesidades para el caso de prueba	- Formar parte de la empresa y tener una cuenta de acceso.	
Autor	Jose Alan Exaltación, Walter Suelpe	
Fecha de creación	24/07/2019	
Flujo del caso de prueba	Usuario del sistema	Sistema
	Inicia Sesión y da clic en "GRAFICA SEMAFORIZACION"	Muestra el listado mediante un gráfico de colores
Post condiciones	Se observo el comportamiento del grano de Café cada segundo	

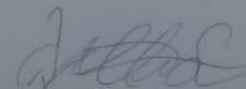
J. Alan Exaltación

Walter Suelpe

PRUEBAS FUNCIONALES

Caso de prueba	Alertar al operador	
Identificador caso de prueba	CPOS - Alertar Operador	
Función probar	Obtener el listado del % de humedad del grano cuando ha sido emitido la alarma	
Objetivo	- Registrar el momento en que el % de humedad óptimo se obtuvo	
Descripción	Iniciar Sesión y dar clic en la opción Corredor	
Criterios de éxito	Operador alertado en el momento adecuado	
Criterios de falla	No alertar al operador	
Precondiciones	- Haber iniciado Sesión	
Perfil del usuario	- Operadores del área de Secador	
Necesidades para el caso de prueba	- Formar parte de la empresa y tener una cuenta de acceso	
Autor	Walter Sudeyo Sandoval / José Alan E.	
Fecha de creación	24/07/2019	
	Usuario del sistema	Sistema
Flujo del caso de prueba	Inicia Sesión y da clic en la opción "ALERTA"	Listado del % de humedad del grano con fecha y hora
Post condiciones	Generó un sonido de alerta al Operador.	





9.7. N°07 - ENCUESTA AL OPERADOR

Encuesta a los operadores del área de secado

Fecha: 03/08/2019



Nombre del encuestado:

Marcar con un aspa las siguientes preguntas según en nivel de utilidad percibida

Preguntas sobre la utilidad percibida	SI	NO
¿La plataforma tecnológica ayuda a hacer mis actividades en menor tiempo?		
¿La plataforma tecnológica mejora el desempeño de mi trabajo?		
¿La plataforma tecnológica incrementa su productividad?		
¿La plataforma tecnológica aumenta la efectividad en su trabajo?		
¿La plataforma tecnológica facilita la realización de su trabajo?		

9.8. N°08 - ENCUESTA AL OPERADOR

Encuesta a los operadores del área de secado

Fecha: 03/08/2019



Nombre del encuestado:

Marcar con un aspa las siguientes preguntas según en nivel de utilidad percibida

Preguntas sobre la utilidad percibida	SI	
¿La plataforma tecnológica ayuda a reducir el porcentaje de defectos del grano de café?		
¿La plataforma tecnológica apoya en el proceso de secado de café?		
¿La plataforma tecnológica incrementa su productividad del proceso de secado?		
¿La plataforma tecnológica apoya en obtener mayor calidad del grano de café?		