

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“IMPLEMENTACIÓN DE RED DE RADIO FRECUENCIA EN
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN GUAYAQUIL”**

EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)

Previo a la obtención del grado de:

**INGENIERO EN COMPUTACIÓN ESPECIALIZACIÓN
SISTEMAS TECNOLÓGICOS**

MÁXIMO JAZMANY MEDINA MORA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud está dirigida a Dios por ser siempre mi fortaleza y el cual guía día tras día a conseguir mis objetivos personales y profesionales, a mi familia por ser fuente de apoyo constante e incondicional durante los años de mi carrera profesional., en especial a mi madre por recordarme que la preparación y deseos de triunfar nos asegurara el éxito del mañana. A mis maestros que transmitieron su sabiduría y experiencias, para ser aplicadas en la vida profesional.

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi madre la Sra. Génova E. Mora Medina por ser una persona luchadora e inculcadora de buenos principios y consejos que me han llevado hacer una persona responsable.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Rodríguez', written over a horizontal dotted line.

MSIG. Jorge Rodríguez

EVALUADOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cruz María Falcones', written over a horizontal dotted line.

M.Sc. Cruz María Falcones

EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Informe me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).


Máximo J. Medina Mora

RESUMEN

El proyecto consistió en implementar mejoras en los procesos internos del Centro de Distribución ubicado en la Ciudad de Guayaquil, dichos procesos son Recepción de Productos terminados llegados desde las fábricas, Picking y Despacho a nivel Nacional.

Una vez realizado el análisis, se diseñó e implementó una red LAN inalámbrica dentro de un área de 14000 metros cuadrados, en la cual se almacena el producto terminado. Esta implementación se realizó siguiendo los estándares y herramientas propias de la empresa que luego se integró por medio de terceras aplicaciones hacia los Sistemas SAP.

Luego de completar el proyecto se redujeron significativamente los tiempos de recepción, Picking y Despacho que impactaba a la empresa debido al numeroso personal trabajando con excesivas horas extras.

Con esta tecnología de Radio Frecuencia se alinearon y optimizaron de mejor forma los procesos de Material Handling lo cual produjo mayor eficiencia en la cadena de valor de la compañía.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iv
DECLARACIÓN EXPRESA	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
INTRODUCCIÓN	ix
CAPÍTULO 1	
1. IMPLEMENTACIÓN DE RED INALÁMBRICA.....	1
1.1 Análisis y Diseño de Red Inalámbrica.....	4
1.1.1 Estándares de red inalámbricas IEEE 802.11	4
1.1.2 Medios de Transmisión Alámbricos	4
1.2 Implementación de Red de Radio Frecuencia	5
1.3 Equipos Pocket de Motorola Systems MC9090G RFID	9
1.4 Equipos de Energía para Respaldo	10
CAPÍTULO 2	
2. RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN	11
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20
BIBLIOGRAFÍA.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Centro de Distribución Guayaquil.....	2
Figura 1.2 Rack y Calle de la Bodega.....	2
Figura 1.3 Cisco Aironet 1240 AG.....	3
Figura 1.4 Cisco Catalyst WS-C2960S-24TS-S.....	3
Figura 1.5 Cable de Cobre Categoría 6A.....	4
Figura 1.6 Fibra Óptica.	5
Figura 1.7 Diagrama de Red de Radio Frecuencia.	6
Figura 1.8 Configuración de Switch.....	8
Figura 1.9 Configuración de Access Point.....	9
Figura 1.10 Pocket con S.O. Windows Mobile.....	10
Figura 1.11 Uninterruptible Power Supply (UPS)	10
Figura 2.1 Access Point en Calles.	12
Figura 2.2 Access Point en Bahías.....	13
Figura 2.3 Rack de 9 Unidades con su UPS.	14
Figura 2.4 SSID FWDHD310.....	15
Figura 2.5 Canal 11 de la Banda 2.4Gh.....	15
Figura 2.6 Calidad de la señal.....	16
Figura 2.7 Configuración de SSID FWHD310 en Pocket.....	17
Figura 2.8 Pocket obtiene dirección IP por DHCP.....	17
Figura 2.9 Asociación de SSID FWHD310.....	18
Figura 2.10 Inicio de Sesión entre Aplicativo y SAP.....	19

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha observado una evolución de las tecnologías inalámbricas, y de los servicios y aplicaciones que aparecen día a día y que requieren de nuevas infraestructuras para mejorar la interacción y satisfacción de usuarios y empresas.

En este entorno cambiante y con nuevas tendencias de transmisiones inalámbricas hoy en día se necesita tener equipos robustos a gran escala que soporten la demanda de aplicaciones y ayuden a tener operaciones eficientes y procesos automatizados.

Debido al incremento de producción en las fábricas de la compañía y en base a la necesidad de lograr un óptimo y eficiente almacenamiento en el centro de Distribución Guayaquil, la compañía inicio un proceso vanguardista en sus comunicaciones y priorizó el uso de tecnología inalámbrica, aprovechando sus velocidades de transmisión, por lo cual se optó por implementar un sistema robusto de red inalámbrica.

Los dispositivos y herramientas utilizadas para la obtención de este proyecto son de las firmas Motorola Systems, Cisco Systems, Panduit y Siemon las cuales garantizan cumplir con los estándares de los sistemas de la empresa, para esto se

validó previamente que las especificaciones técnicas cubran las necesidades del proyecto.

En los siguientes apartados se detalla la solución aplicada junto con todo el proceso de diseño e implementación.

CAPÍTULO 1

1. IMPLEMENTACIÓN DE RED INALÁMBRICA

La topología implementada para el Centro de Distribución Guayaquil se basó en una red de Estrella, la cual enlaza los puntos de accesos con los concentradores.

Se realizó el análisis de cobertura en todas las áreas dentro de la bodega y bahías de recepción y despachos, en las cuales debe haber cobertura para todos los racks de 2 y 4 niveles. En la Figura 1.1 se representa el área del Centro de Distribución Guayaquil.

Centro de Distribución Guayaquil vista Aerea.



Figura 1.1: Centro de Distribución Guayaquil.

En la Figura 1.2 se representa los Rack y Calles en los cuales fueron instalados los Access Point en la parte superior de la estructura, tomando una separación entre cada uno de ellos de 10 m.

Racks y Calles del Centro de Distribución Guayaquil



Figura 1.2: Rack y Calle de la Bodega.

Se realizó el análisis para la compra de equipos que estén bajo el estándar de la compañía (Access Point, Switches, Pocket o Hand Held) y se optó por comprar equipos de la empresa Cisco [1] para implementar una red de Access Point que trabajen a 2,4 GHz con una antena Omnidireccional, para que haya suficiente señal de cobertura para equipos Pocket MC9090G y MC9190G Ver Figura 1.3

Access Point Cisco Aironet



Figura 1.3: Cisco Aironet 1240 AG

Adicionalmente se compró Switches modelo 2960 Series [2] con puertos de conexión a fibra por medio de transceivers para realizar las cascadas hacia los otros Switches. Ver Figura 1.4

Switch Cisco Catalyst WS-C2960S



Figura 1.4: Cisco Catalyst WS-C2960S-24TS-S

1.1 Análisis y Diseño de Red Inalámbrica.

Con herramientas de medición se realizó la inspección en la bodega para implementar los mejores canales de transmisión para el área y que no haya interferencia con otros equipos cercanos de otras compañías

1.1.1 Estándares de red inalámbricas IEEE 802.11

El estándar IEEE 802.11e [3] posee un conjunto de técnicas para priorizar tráfico, prevenir la colisión y el retraso de los paquetes, mejorando la experiencia del usuario.

El estándar IEEE 802.11e aporta mejoras en el sistema de control y servicios de 802.11 Su objetivo es soportar tráfico en tiempo real con garantías de calidad y servicio (QoS)

1.1.2 Medios de Transmisión Alámbricos

Los medios de transmisión [4] alámbricos que se optó por instalar entre Switches y Access Point fueron cables de cobre trenzado categoría 6A para el cableado horizontal con el estándar 568B para conectores RJ45 Ver Figura 1.5

Cable de Cobre

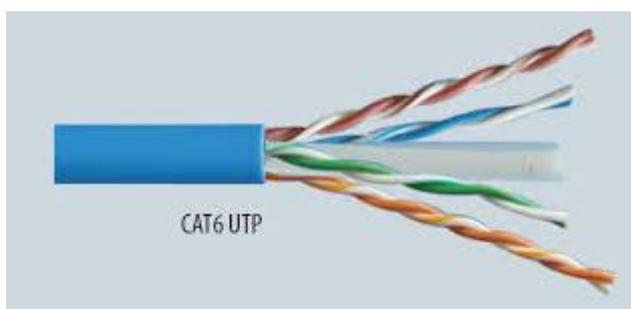


Figura 1.5: Cable de Cobre Categoría 6A

Para los tramos entre los racks de 12 unidades que contienen los Switches y Centro de Datos Maestro se optó por instalar Fibra Óptica. Ver Figura 1.6.

Fibra Óptica

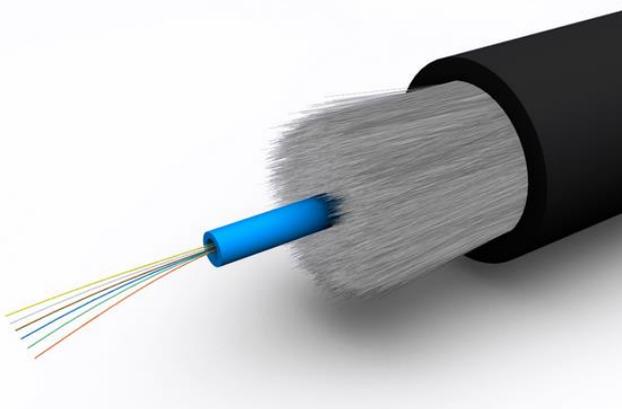


Figura 1.6: Fibra Óptica

1.2 Implementación de Red de Radio Frecuencia

En este apartado se detalla los diagramas, tablas y configuraciones de equipos. En la Figura 1.7 se muestra el diagrama de red.

La conexión principal se realizó desde el centro de Cómputo por medio de Fibra Óptica hacia el Switch ECGYEXS003 ubicado en la bahía de recepción. En este Switch se conectan 8 access points con su respectivo power inyector.

El segundo tramo conecta por medio de fibra óptica los switches ECGYEXS003 y ECGYEXS004 el cual tiene conectado 8 access points.

El tercer tramo está conectado por medio de fibra óptica los switches ECGYES004 y ECGYEW005 el cual tiene conectado 9 access points.

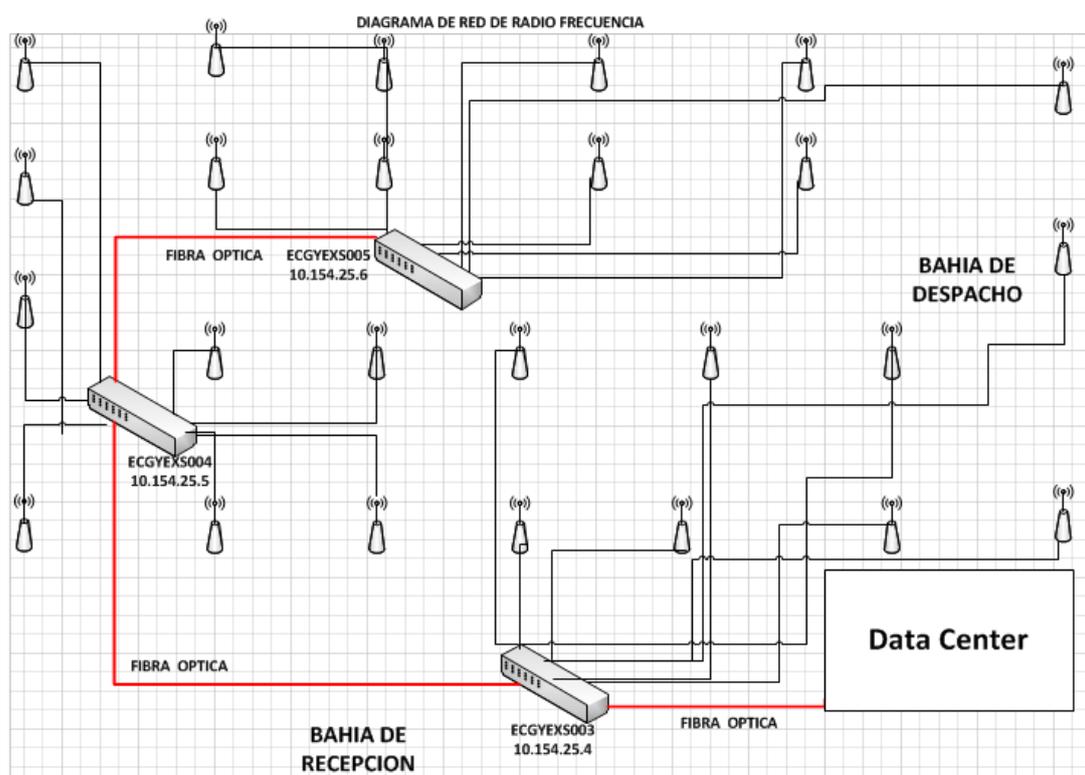


Figura 1.7: Diagrama de Red de Radio Frecuencia

Las nomenclaturas de los Switches se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Nomenclatura de Switches

Switch	Hostname	Dirección IP	Puerta de Enlace	Ubicación
1	ECGYEXS003	10.154.25.4	10.154.25.1	Bahía de Recepción
2	ECGYEXS004	10.154.25.5	10.154.25.1	Bodega Aclimatada
3	ECGYEXS005	10.154.25.6	10.154.25.1	Bahía de Despachos

Con respecto a la nomenclatura de los Access Point se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Nomenclatura de Access Points

AP'S	Hostname	Dirección IP	Modelo
1	ECGYEXW005	10.154.24.132	Cisco AIR AP 1240
2	ECGYEXW006	10.154.24.133	Cisco AIR AP 1240
3	ECGYEXW007	10.154.24.134	Cisco AIR AP 1240
4	ECGYEXW008	10.154.24.135	Cisco AIR AP 1240
5	ECGYEXW009	10.154.24.137	Cisco AIR AP 1240
6	ECGYEXW010	10.154.24.138	Cisco AIR AP 1240
7	ECGYEXW011	10.154.24.139	Cisco AIR AP 1240
8	ECGYEXW012	10.154.24.140	Cisco AIR AP 1240
9	ECGYEXW013	10.154.24.141	Cisco AIR AP 1240
10	ECGYEXW014	10.154.24.142	Cisco AIR AP 1240
11	ECGYEXW015	10.154.24.170	Cisco AIR AP 1240
12	ECGYEXW016	10.154.24.148	Cisco AIR AP 1240
13	ECGYEXW017	10.154.24.149	Cisco AIR AP 1240
14	ECGYEXW018	10.154.24.150	Cisco AIR AP 1240
15	ECGYEXW019	10.154.24.151	Cisco AIR AP 1240
16	ECGYEXW020	10.154.24.152	Cisco AIR AP 1240
17	ECGYEXW021	10.154.24.153	Cisco AIR AP 1240
18	ECGYEXW022	10.154.24.154	Cisco AIR AP 1240
19	ECGYEXW023	10.154.24.155	Cisco AIR AP 1240
20	ECGYEXW024	10.154.24.156	Cisco AIR AP 1240
21	ECGYEXW025	10.154.24.157	Cisco AIR AP 1240
22	ECGYEXW026	10.154.24.158	Cisco AIR AP 1240

23	ECGYEXW027	10.154.24.159	Cisco AIR AP 1240
24	ECGYEXW028	10.154.24.160	Cisco AIR AP 1240
25	ECGYEXW029	10.154.24.161	Cisco AIR AP 1240

En la Figura 1.8 se muestra la configuración desde consola de un Switch, siguiendo el estandar EC que significa Ecuador, GYE que significa Guayaquil, XS que significa que es un switch y 001 que significa el numero de switch en la red lan.

Configuración de Switch

```
Switch#
Switch#config t
% Invalid input detected at '' marker.

Switch#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#hos
Switch(config)#hostname ECGYEXS007_new
ECGYEXS007_new(config)#en
ECGYEXS007_new(config)#ena
ECGYEXS007_new(config)#enable pas
ECGYEXS007_new(config)#enable password cisco
ECGYEXS007_new(config)#line vty 0 4
ECGYEXS007_new(config-line)#oas
ECGYEXS007_new(config-line)#pas
ECGYEXS007_new(config-line)#password cisco
ECGYEXS007_new(config-line)#exit
ECGYEXS007_new(config)#ip def
ECGYEXS007_new(config)#ip default-g
ECGYEXS007_new(config)#ip default-gateway 10.154.25.1
ECGYEXS007_new(config)#vlan 10
ECGYEXS007_new(config-vlan)#
ECGYEXS007_new(config-vlan)#ex
```

Figura 1.8: Configuración de Switch

En la Figura 1.9 se muestra la configuración desde consola de un Access point, siguiendo el estandar EC que significa Ecuador, GYE que significa Guayaquil, XW que significa que es un access point y 001 que significa el numero de access point en la red lan.

Configuración de Access Point

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
ap(config)#nos
ap(config)#hostname ECCUEXW001
ECCUEXW001(config)#
ECCUEXW001(config)#
ECCUEXW001(config)#
ECCUEXW001(config)#ip de
ECCUEXW001(config)#ip default-gateway 10.246.145.65
ECCUEXW001(config)#int bvi
% Incomplete command.

ECCUEXW001(config)#int bvi1
ECCUEXW001(config-if)#ip ad
ECCUEXW001(config-if)#ip address 10.246.145.68 255.255.255.192
ECCUEXW001(config-if)#no shut
ECCUEXW001(config-if)#
ECCUEXW001(config-if)#
ECCUEXW001(config-if)#
ECCUEXW001(config-if)#
ECCUEXW001(config-if)#
ECCUEXW001(config-if)#
ECCUEXW001(config-if)#
ECCUEXW001(config-if)#
ECCUEXW001(config-if)#
```

Figura 1.9: Configuración de Access Point

1.3 Equipos Pocket de Motorola Systems MC9090G RFID

Se realizó la compra de 25 equipos Motorola modelo MC9090 G RFID [5] con lectores de códigos de barra en 1D con Sistema Microsoft Windows Mobile 6.5.3 Classic [6]. Estos equipos están interconectados con los Access Points y reciben direccionamiento IP por medio de DHCP. En la Figura 1.10 se muestra un equipo MC9090G.

Pocket MC9090G



Figura 1.10: Pocket con S.O. Windows Mobile

1.4 Equipos de Energía para Respaldo

Se utilizó un ups de 2 KVA de marca Tripp Lite y se reutilizó otro de 3 KVA marca General para mantener el respaldo de energía para todos los equipos de la red. En la Figura 1.11 se muestra el equipo Tripp Lite.

UPS



Figura 1.11: Uninterruptible Power Supply (UPS)

CAPÍTULO 2

2. RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN

Anteriormente los procesos para evacuar los productos (pallets) que llegan de Fábricas y que permanecían en los andenes de las bahías de recepción y/o despachos tardaban de 8 a 12 horas. Luego de recibir los productos (pallets), se colocan en los racks de 1 y 2 niveles y se registra su ubicación en los sistemas.

Con la consecución de este proyecto se trajo mejoras en los procesos de la cadena de valor; disminuyendo significativamente los costos de distribución y almacenamiento de productos.

Cada rack dentro de la bodega se identificó con códigos de barras, para ser leídos por los Pocket MC9090G los cuales están enlazados a la red de Radio Frecuencia con cobertura en todo el Centro de Distribución.

Luego de la implementación del proyecto los tiempos de permanencia de productos en las bahías y el traslado de los racks tarda aproximadamente 4 horas lo cual ha evidenciado una mayor eficiencia en los procesos.

La implementación de Access Point se muestra en la Figura 2.1 apreciando su instalación en la parte superior de la bodega sujetados con soportes metálicos y colocados a 10 metros de distancia.

Access Points instalados en parte superior de la Bodega



Figura 2.1: Access Point en Calles.

Los access points implementados en bahías, las cuales son espacios de transito de productos se muestran en la Figura 2.2.

Access Points instalados en Bahías de Despachos

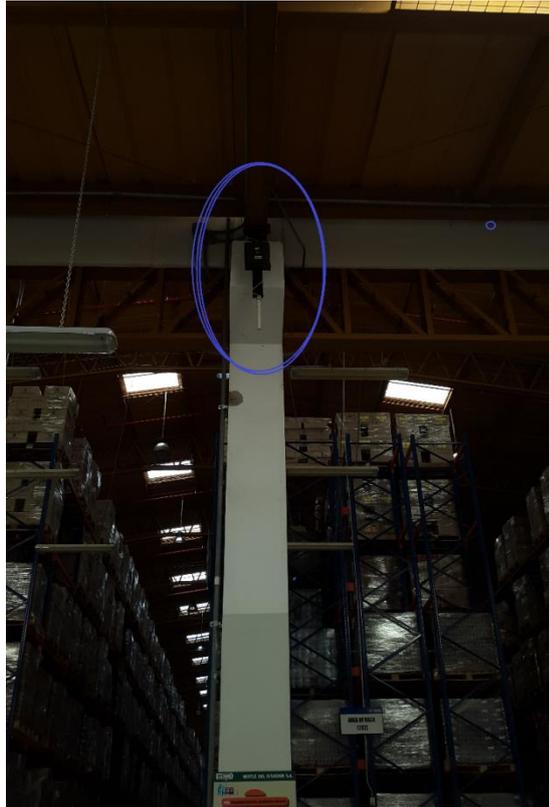
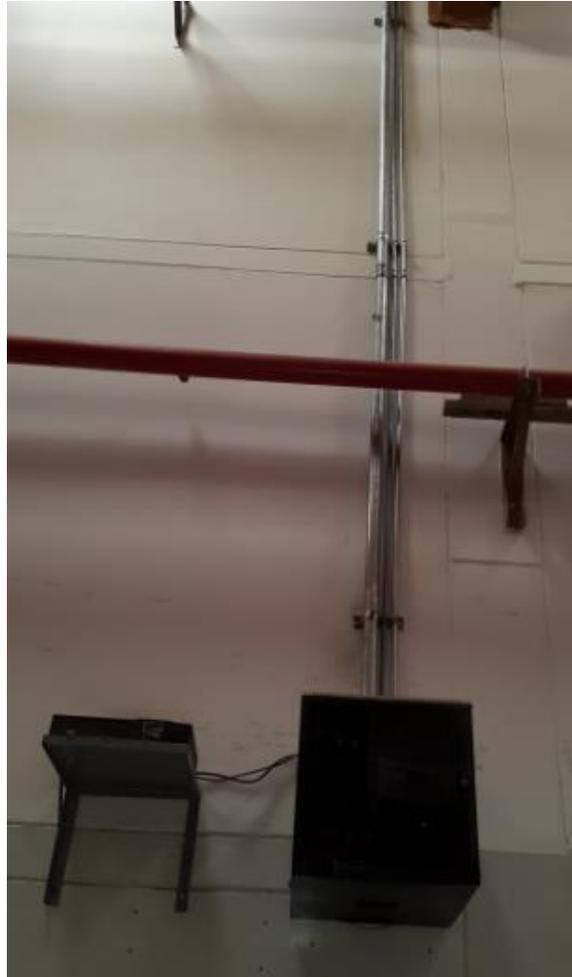


Figura 2.2: Access Point en Bahías.

Los Gabinetes de 9 Unidades que contienen los Switches y con su respectivos UPS se muestran en la Figura 2.3

Gabinete de 9 Unidades con su UPS.**Figura 2.3: Rack de 9 Unidades con su UPS.**

En cada Access Point se definió el nombre de SSID como FWHD310 con seguridad WPA2 [7] y se comprobó en las distintas áreas de la Bodega su cobertura con la aplicación Wifi Analytics [8] ver la Figura 2.4

SSID FWHD310

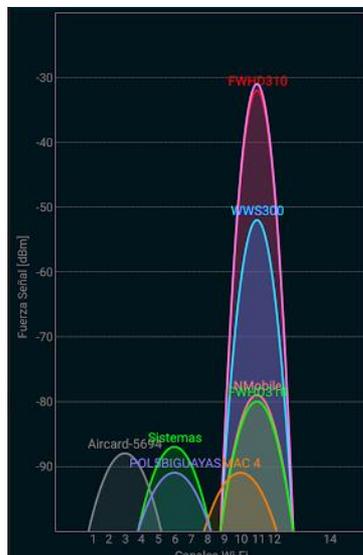


Figura 2.4: SSID FWHD310

Se configuró el canal 11 en cada Access point según la inspección arrojada el cual nos permite mejor manejo del tráfico. Ver Figura 2.5

Visualización de Canal de la red



Figura 2.5: Canal 11 de la Banda 2.4GH

También visualizamos la calidad de señal que nos generó un rango de -40 dB a -30 dB. Ver Figura 2.6

Calidad de Señal medido en dB



Figura 2.6: Calidad de Señal

Luego de las respectivas pruebas de configuraciones y de cobertura, se configuraron los Pocket's Motorola, se comprobó la conectividad y luego con las interfaces y aplicaciones propias de la compañía en ambiente pre-productivo y Productivo se validó la transmisión de datos hacia los sistemas SAP. Ver la Figura 2.7

Configuración de SSID FWHD310 en Pocket

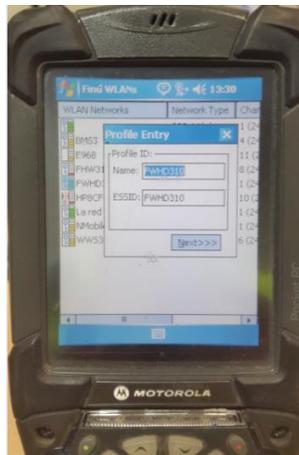


Figura 2.7: Configuración de SSID FWHD310 en Pocket

En la Figura 2.8 se muestra la obtención de la dirección IP de forma dinámica y demás parámetros dada por la red de radio frecuencia, el tiempo de permanencia de la dirección IP en el equipo es de 8 días luego del cual es liberada.

Pocket obtiene dirección IP de red radio frecuencia



Figura 2.8: Pocket obtiene dirección IP por DHCP

En la Figura 2.9 se muestra parámetros de la red asociada.

Asociación de SSID FWHD310



Figura 2.9: Asociación de SSID FWHD310

En la Figura 2.10 se muestra la pocket con la aplicación en modo de inicio de sesión y cual se conecta con SAP [9]

Inicio de Sesión entre Aplicativo y SAP

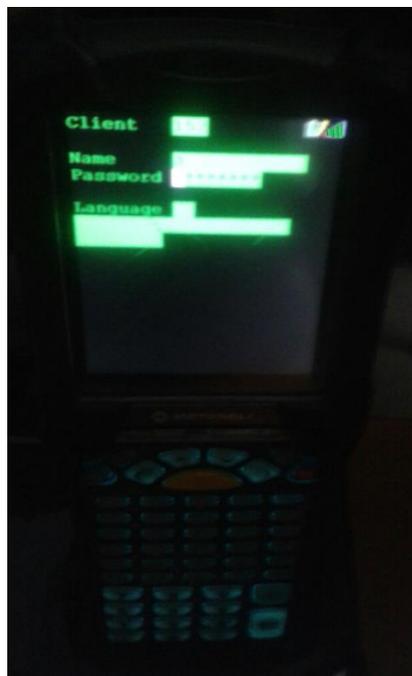


Figura 2.10: Inicio de Sesión entre Aplicativo y SAP

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. La solución planteada cumplió las expectativas del negocio y aportó en la reducción de tiempo en los procesos de la cadena de valor (Recepción de productos, Procesos de Picking y Procesos de Despachos).
2. La solución aportó en la reducción de horas extras de los colaboradores, así como también en la eliminación de un tercer turno.
3. La solución contribuyó a disminuir errores de ingresos y salidas de productos entre los sistemas.
4. Con esta implementación y con las mejoras en los procesos, el actual Centro de Distribución Guayaquil está catalogado como uno de los 5 mejores centros de Distribución de América Latina.

Recomendaciones

1. Gestionar la compra de un controlador Wireless para una fácil administración de los Access Point instalados dentro del Centro de Distribución Guayaquil.
2. Realizar mantenimiento de equipos, debido a que el polvo puede obstruir puertos de los equipos.
3. Revisar periódicamente la potencia de los equipos.
4. Realizar un mapa de calor cuando hayan cambios de racks para instalar nuevos Access Point, donde la señal no se recepta en los equipos Pocket Motorola y de esta forma mantener la conectividad mientras se desplazan los operadores en sus montacargas.
5. Revisar semestralmente las baterías del UPS para dar continuidad en caso de fallos de energía.
6. Monitorear el uso de canales en todas las áreas y evitar en lo posible solapamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Especificaciones Técnicas de Equipo AIRONET 1240
<http://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/aironet-1240-ag-series/index.html>
- [2] Especificaciones Técnicas de Switch 2960Series
<http://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-2960-series-switches/index.html>
- [3] Estándar IEE 802.11
<https://standards.ieee.org/develop/wg/WG802.11.html>
- [4] Behrouz A. Forouzan, Data Communications and Networking, Mcgraw-Hill 5Th
- [5] Especificaciones Técnicas de Equipo Motorola MC9190 G
<https://www.zebra.com/us/en/products/mobile-computers/handheld/mc9190-g.html>
- [6] Especificaciones de S.O Microsoft Windows Mobile 6.5.3
<http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=5389>
- [7] Protección de Redes Inalámbricas.
<https://es.wikipedia.org/wiki/WPA2>
- [8] Wifi Analytics
<http://www.netgear.com/home/discover/apps/genie.aspx>
- [9] SAP
<http://go.sap.com/index.html>